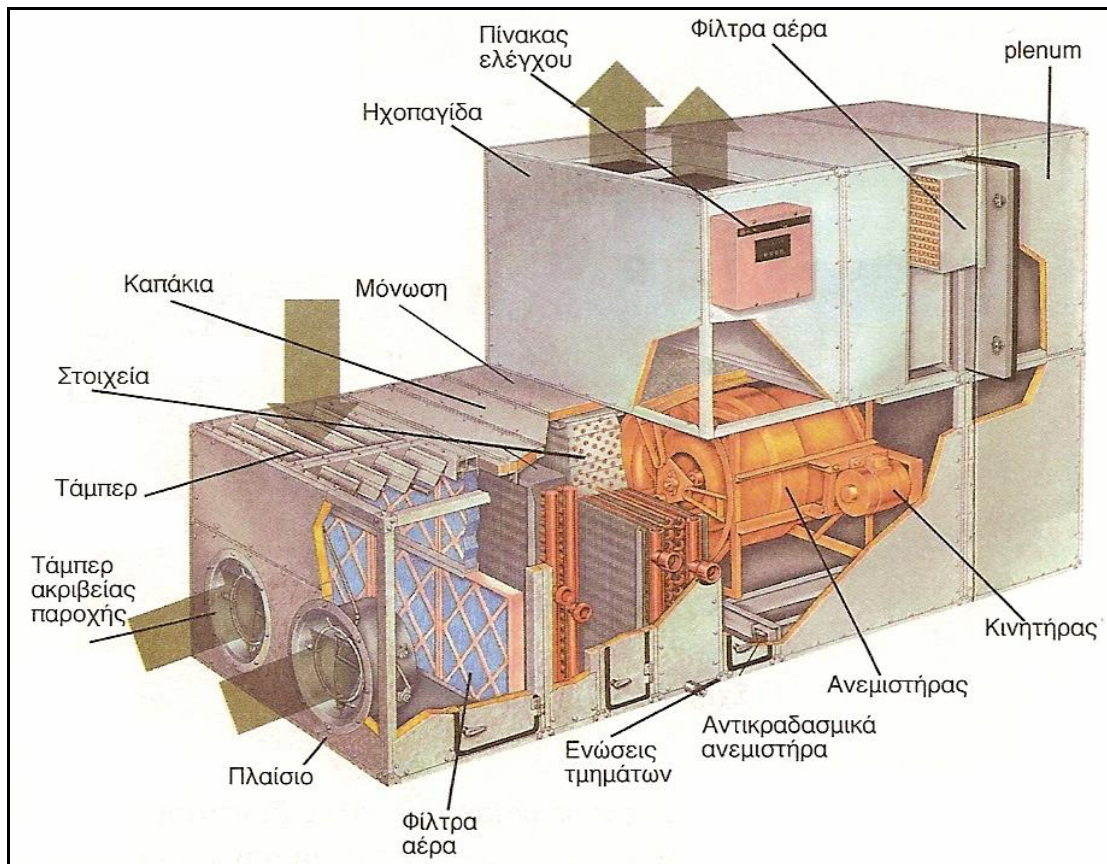


Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ
ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΣΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΧΟΥΝΤΑΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΑΠΟΣΤΟΛΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ
ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΠΑΤΡΑ-2008

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη θέρμανσης και κλιματισμού ενός Σχολείου μέσης εκπαίδευσης καθώς επίσης και η περιγραφή των στοιχείων που απαρτίζουν μια κεντρική μονάδα κλιματισμού.

Η παρακάτω εργασία εκπονήθηκε από τους σπουδαστές Χουντάλο Δημήτριο και Αποστολόπουλο Παναγιώτη του τμήματος Μηχανολογίας του Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ για τις ανάγκες της εκπόνησης πτυχιακής εργασίας.

Σε αυτή την εργασία έγινε προσπάθεια κατανόησης της μελέτης θέρμανσης-κλιματισμού ενός κτιρίου και η κατανόηση της λειτουργίας των επιμέρους εξαρτημάτων που αποτελούν μια εγκατάσταση θέρμανσης-κλιματισμού. Επίσης δίνεται η δυνατότητα σε κάποιον που ενδιαφέρεται να ασχοληθεί με αυτό το αντικείμενο, να κατανοήσει τον τρόπο μιας πλήρους μελέτης θέρμανσης-κλιματισμού σε ένα κτίριο.

Σε αυτό το σημείο θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερω τον εισηγητή μας κ. Γιαννόπουλο Ανδρέα, επίκουρο καθηγητή, για την σημαντική βοήθεια που μας προσέφερε για την ολοκλήρωση της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

	Σελίδες
1.1 Γενική περιγραφή κλιματιστικής μονάδας	9
1.2 Εναλλάκτες θερμότητας	23
1.3 Φίλτρα	41
1.4 Ανεμιστήρες	50
1.5 Στόμια	57
1.6 Υγραντήρες	72
1.7 Κιβώτιο αναμίξεως	80
1.8 Διαφράγματα (τάμπερ)	81
1.9 Ηχοπαγίδες	82
1.10 Αεραγωγοί	83
1.11 Ψυχομετρικός χάρτης	86
1.12 Εξοπλισμός χειμερινού κλιματισμού	91
1.13 Εξοπλισμός θερινού κλιματισμού	102

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΕΛΕΤΗ-ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

2.1 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας	137
2.2 Υπολογισμός θερμικών φορτίων	147
2.3 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων	157
2.4 Υπολογισμός απαιτούμενου νερού και προσαγόμενου αέρα	165
2.5 Διαστασιολόγηση αεραγωγών	176
2.6 Επιλογή στομίων	180
2.7 Υπολογισμός ολικής απώλειας πίεσης του συστήματος και επιλογή ανεμιστήρα	186
2.8 Υπολογισμός εξοπλισμού θερινού και χειμερινού κλιματισμού	190

	Σελίδες
2.9 Συνολικά αποτελέσματα μελέτης	207

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα I

- Χάρτης διαχωρισμού της Ελλάδος σε ζώνες 209
- Πίνακας κατάταξης των πόλεων σε ζώνες 209

Παράρτημα II

- Πίνακας 1: Υπολογισμός θερμικών απωλειών 210
- Πίνακας 2: Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων από εξοπλισμό-
φωτισμό-ανθρώπους 214
- Πίνακας 3: Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων 215
- Πίνακας 4: Υπολογισμός συνολικών ψυκτικών φορτίων 233
- Πίνακας 5: Υπολογισμός αεραγωγών απαγωγής και προσαγωγής 235
- Πίνακας 6: Υπολογισμός ολικής απώλειας του συστήματος
προσαγωγής και επιστροφής 238
- Πίνακας 7: Πτώση πίεσης εξαρτημάτων Κ.Κ.Μ. 238

Παράρτημα III

- Σχέδιο 1: Υπόγειο 241
- Σχέδιο 2: Ισόγειο 242
- Σχέδιο 3: Α΄ Όροφος 243

	Σελίδες
• Σχέδιο 4: Διαγραμματικό σχέδιο αεραγωγών και στομιών προσαγωγής στο Ισόγειο	244
• Σχέδιο 5: Διαγραμματικό σχέδιο αεραγωγών και στομιών απαγωγής στο Ισόγειο	245
• Σχέδιο 6: Διαγραμματικό σχέδιο αεραγωγών και στομιών προσαγωγής στο Α΄ Όροφο	246
• Σχέδιο 7: Διαγραμματικό σχέδιο αεραγωγών και στομιών απαγωγής στο Α΄ Όροφο	247
• Σχέδιο 8: Κύκλωμα Ψύκτη-Κ.Κ.Μ.	248
• Σχέδιο 9: Εξαρτήματα κυκλώματος Ψύκτη-Κ.Κ.Μ.	249
• Σχέδιο 10: Κύκλωμα Ψύκτη-Π.Ψ.	250
• Σχέδιο 11: Εξαρτήματα κυκλώματος Ψύκτη-Π.Ψ.	251
• Σχέδιο 12: Κύκλωμα Λέβητα-Κ.Κ.Μ.	252
• Σχέδιο 13: Εξαρτήματα κυκλώματος Λέβητα-Κ.Κ.Μ.	253
• Σχέδιο 14: Πλάγια όψη Κ.Κ.Μ.	254
• Βιβλιογραφία	255

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από τα πανάρχαια χρόνια ο άνθρωπος προσπαθούσε να εξασφαλίσει μια ευχάριστη, ή έστω ανεκτή κατάσταση περιβάλλοντος στους χώρους και τις περιοχές παραμονής, διαμονής και απασχολήσεως του.

Σήμερα με τον κλιματισμό των κτιρίων επιδιώκεται να επιτευχθούν και να διατηρηθούν συνθήκες, που να ανταποκρίνονται με πληρότητα, ασφάλεια, αξιοπιστία και προσιτό κόστος, στις απαιτήσεις του ανθρώπου για άνετη και υγιεινή διαβίωση στους κλειστούς χώρους (παραμονής, διαμονής και εργασίας), έστω και αν στο εξωτερικό περιβάλλον επικρατούν χαμηλές χειμερινές θερμοκρασίες.

Η σύγχρονη τεχνολογία και οι οικονομικές δυνατότητες των ανθρώπων, έχουν διαμορφώσει ένα πολύπλευρο πλέγμα απαιτήσεων, οι οποίες πρέπει να καλυφθούν από κάθε σύστημα θερμάνσεως και κλιματισμού. Κατ' αρχάς, η αναγκαία συνθήκη για την πλήρη κλιματική άνεση περιλαμβάνει σήμερα τη θερμοκρασία και υγρασία των χώρων, την καθαρότητα, τον τρόπο και την ταχύτητα κινήσεως του αέρα, την ένταση των θορύβων και το επίπεδο του φωτισμού, τη λειτουργικότητα και αισθητική των χώρων, τις ακτινοβολίες, τα χρώματα κ.α.

Επίσης η άνεση (στην ευρεία της έννοια) περιλαμβάνει και τομείς που υπερβαίνουν κατά πολύ και την καλύτερη εγκατάσταση κλιματισμού. Η αισθητική π.χ. του χώρου (έπιπλα, επενδύσεις, χρώματα, κ.λπ.) ή το επίπεδο φωτισμού και η προστασία από τους θορύβους, αποτελούν σημαντικά στοιχεία που συνδέονται με την ευρεία έννοια της ανέσεως.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν ιδιαίτερα την αίσθηση ανέσεως, είναι η θερμοκρασία του αέρα και των στερεών επιφανειών κοντά στο ανθρώπινο σώμα, η σχετική υγρασία, η καθαρότητα και η κίνηση του αέρα. Οι ιδανικές

συνθήκες ανέσεως ανταποκρίνονται στις στατιστικά διαπιστωμένες προτιμήσεις μεγάλου αριθμού ανθρώπων.

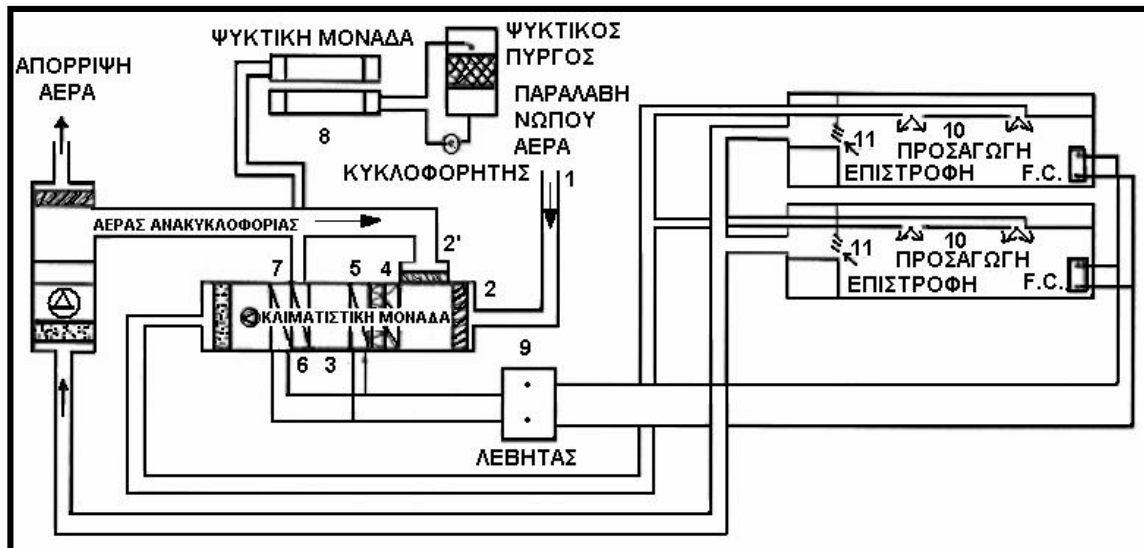
Με τις εγκαταστάσεις θερμάνσεως και κλιματισμού, προσπαθούμε να προσεγγίσουμε τις συνθήκες κλιματικής ανέσεως. Οι συνθήκες αυτές δεν αντιστοιχούν σε κάποιες απόλυτες τιμές, προκαθορισμένες για κάθε παράγοντα, αλλά βρίσκονται σε αλληλεξάρτηση και συσχετίζονται σε κάποια όρια. Ούτε άλλωστε οι υποκειμενικές προτιμήσεις των ανθρώπων ταυτίζονται. Έτσι ο μελετητής για να επιτύχει ιδανικές συνθήκες κλιματικής ανέσεως μπορεί να ακολουθήσει τον Κ.Θ.Κ. (Κανονισμό Θερμομονώσεως Κτιρίων) ή κάποια Τ.Ο.ΤΕΕ (Τεχνική Οδηγία ΤΕΕ).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

1.1.1 Λειτουργία κλιματιστικής εγκατάστασης



Σχήμα 1.1: Διάταξη κλιματισμού αέρα-νερού

Στο παραπάνω σχήμα απεικονίζεται μια κεντρική κλιματιστική μονάδα η οποία χρησιμοποιείται για τον κλιματισμό ενός χώρου χειμώνα καλοκαίρι. Όπως βλέπουμε έχουμε ένα σύστημα κλιματισμού με αέρα το οποίο αποτελείται από την κλιματιστική μονάδα με τους απαραίτητους αεραγωγούς προσαγωγής και επιστροφής αέρα, την ψυκτική μονάδα, τον πύργο ψύξης και τον λέβητα. Έτσι έχουμε αναρρόφηση του εξωτερικού (νωπού) αέρα στο σημείο 1 όπου έχουμε τοποθετήσει ρυθμιστικά διαφράγματα στο σημείο 2 και μίξη του με ένα μέρος του επιστρεφόμενου αέρα μέσω του διαφράγματος στο σημείο 2'.

Στη συνέχεια το μίγμα νωπού-επιστρεφόμενου αέρα περνά από τα φίλτρα της εγκατάστασης στο σημείο 4 και στη συνέχεια ψύχεται ή θερμαίνεται στα στοιχεία που είναι τοποθετημένα στα σημεία 5,6,7 με ενδιάμεση ύγρανση του στο σημείο 3 όπου έχει τοποθετηθεί υγραντήρας.

Για την ψύξη του αέρα προσαγωγής έχει τοποθετηθεί ψυκτική μονάδα όπως φαίνεται στο σημείο 8 η οποία τροφοδοτεί με κρύο νερό το ψυκτικό στοιχείο στο σημείο 6 και για την θέρμανση του τοποθετήθηκε λέβητας στο

σημείο 9 ο οποίος τροφοδοτεί με ζεστό νερό το προθερμαντικό και το μεταθερμαντικό στοιχείο της μονάδας στα σημεία 5 και 7.

Τέλος η προσαγωγή του αέρα στο χώρο γίνεται μέσω των στομιών στο σημείο 10 και η απαγωγή του μέσω των στομιών στο σημείο 11.

1.1.2 Κατάταξη των μονάδων κλιματισμού

Η κατάταξη των μονάδων κλιματισμού και των κλιματιστικών εγκαταστάσεων γενικότερα, γίνεται με βάση το σκοπό που εξυπηρετούν, αλλά και με τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά. Έτσι μπορούμε να χωρίσουμε τις κλιματιστικές μονάδες στις ακόλουθες κατηγορίες, με βάση:

- Το σκοπό που εξυπηρετούν
- Την εποχή κατά την οποία λειτουργούν
- Την έκταση των χώρων που εξυπηρετούν
- Τον τρόπο ή τη διαδικασία και το «μέσο» που χρησιμοποιείται για τον πλήρη κλιματισμό ενός χώρου

Οι κεντρικές μονάδες κλιματισμού κλιματίζουν ολόκληρο το κτίριο στο οποίο είναι εγκατεστημένες και είναι κατά κανόνα μονάδες για όλο το χρόνο (ψύξη και θέρμανση).

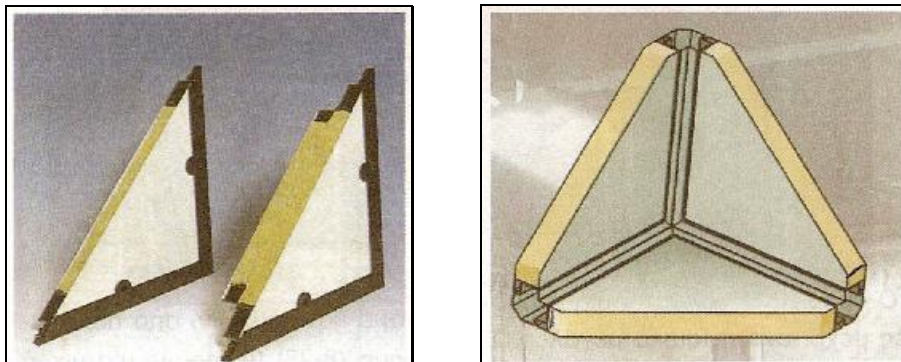
Οι κεντρικές μονάδες διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες:

- Στις μονάδες ή εγκαταστάσεις ψύξης - θέρμανσης με **ψύκτη** νερού και **κλασσικό λέβητα** ζεστού νερού ή ατμού και
- Στις μονάδες που δίνουν ψύξη - θέρμανση με **αναστροφή** του κύκλου λειτουργίας, γνωστές ως αντλίες θερμότητας (**Heat pumps**).

1.1.3 Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες (Κ.Κ.Μ. ή ΑΗΥ)

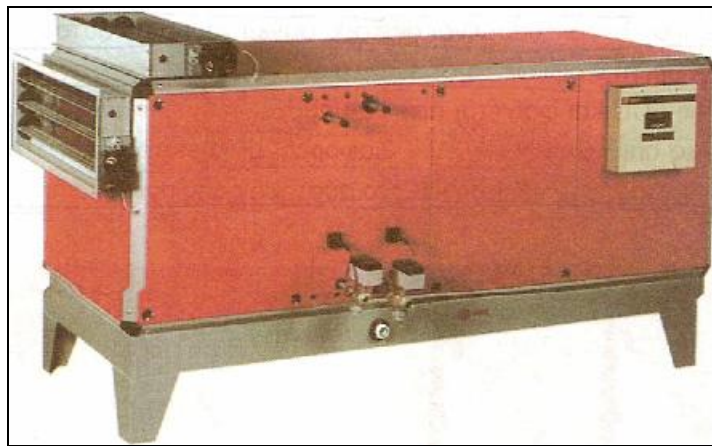
Για συντομία οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες γράφονται με τα αρχικά **Κ.Κ.Μ.**. Συχνά θα τις συναντήσετε και με τη συντομογραφία **ΑΗΥ**, από τα αρχικά του αντίστοιχου αγγλικού όρου **Air Handling Units** που κατά λέξη μεταφράζεται «Μονάδες Επεξεργασίας Αέρα». Σε αντίθεση με ότι συνέβη με τα FCU, σ' αυτές έχει επικρατήσει ο ελληνικός όρος Κ.Κ.Μ.. Αποτελούν μεγάλα και πολλές φορές περίπλοκα συγκροτήματα. Κατασκευάζονται από διάφορα τυποποιημένα τμήματα που συναρμολογούνται κατάλληλα μεταξύ τους. Σχεδόν κατά κανόνα συνδέονται με ένα κεντρικό δίκτυο αεραγωγών το οποίο διανέμει τον αέρα στους κλιματιζόμενους χώρους.

Οι εναλλάκτες θερμότητας ή στοιχεία των Κ.Κ.Μ., που είναι και τα κυριότερα εξαρτήματα τους (όπως για κάθε ΚΜ, ασχέτως μεγέθους), είναι πολύ διαφορετικά κατασκευασμένοι αν τους συγκρίνουμε με αυτούς των FCU. Αν και εκ πρώτης όψεως το στοιχείο μιας Κ.Κ.Μ. μοιάζει κατασκευαστικά με αυτό ενός FCU και φαίνεται σαν να υπάρχει διαφορά μόνο στο μέγεθος, εν τούτοις υπάρχουν και άλλες διαφορές, οι κυριότερες από τις οποίες βρίσκονται στους συλλέκτες και στο σύστημα ροής που είναι αντιρροή.



Σχήμα 1.2: Τα πάνελ των Κ.Κ.Μ. (α) η μορφή των πάνελ (β) Ο τρόπος ένωσης τους στις γωνίες

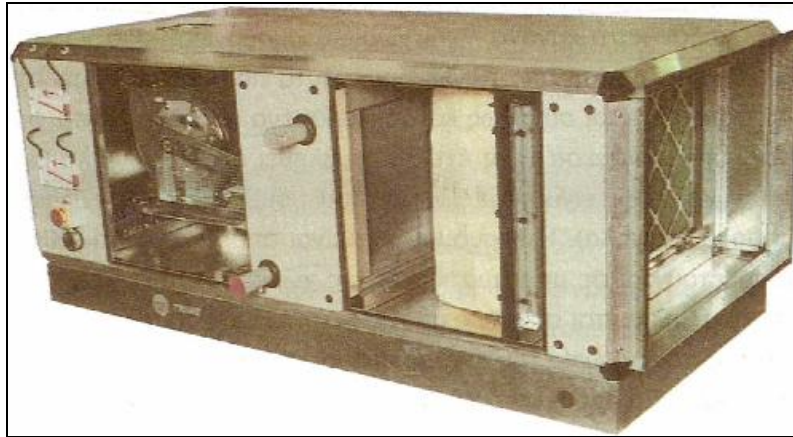
Οι Κ.Κ.Μ. είναι ισχυρά θερμομονωμένες κατασκευές, σε αντίθεση με τα FCU που σχεδόν κατά κανόνα είναι χωρίς θερμομόνωση. Για να επιτευχθεί αυτό, αποτελούνται από πάνελ όπως αυτά που βλέπετε στο σχήμα (1.2α). Τα πάνελ είναι συνήθως κατασκευασμένα από δύο λεπτά φύλλα λαμαρίνας, όπου ανάμεσα τους έχει παρεμβληθεί ένα κατάλληλο θερμομονωτικό υλικό, όπως είναι η διογκωμένη πολυουρεθάνη (είναι υλικό που καίγεται πολύ δύσκολα). Η θερμομόνωση είναι απαραίτητη στις Κ.Κ.Μ., επειδή τοποθετούνται σε μη κλιματιζόμενους χώρους (ακόμη και πάνω σε ταράτσες που βάζονται συνεχώς από το κρύο ή τον ήλιο) και κατά συνέπεια, λόγω του μεγέθους τους, χωρίς την ισχυρή θερμομόνωση θα παρουσίαζαν μεγάλες απώλειες. Επίσης η κατασκευή τους είναι πολύ επιμελημένη χωρίς διαφυγές αέρα. Στο σχήμα (1.2) βλέπετε τη κατασκευή των πάνελ και έναν από τους τρόπους που γίνεται η ένωση τους στις γωνίες.



Σχήμα 1.3: Μικρή Κ.Κ.Μ., εξωτερική εμφάνιση

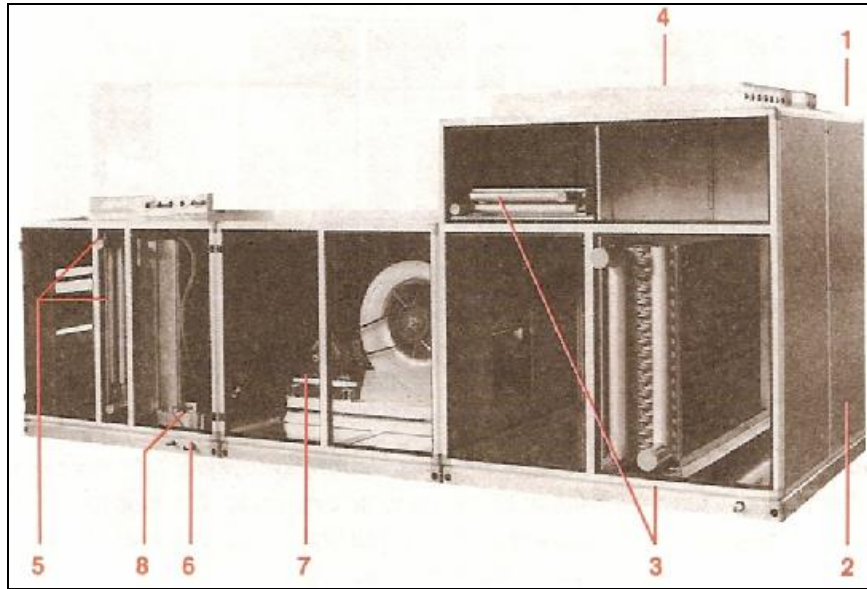
Ο όρος Κ.Κ.Μ. καλύπτει μία τεράστια γκάμα κατασκευών, από πολύ μικρές μέχρι εντυπωσιακά μεγάλες. Στο σχήμα (1.3) βλέπουμε μία μικρή

Κ.Κ.Μ. και στο σχήμα (1.4) βλέπουμε μian άλλη μικρή Κ.Μ. όπως φαίνεται όταν ανοίξουμε τα καπάκια της.



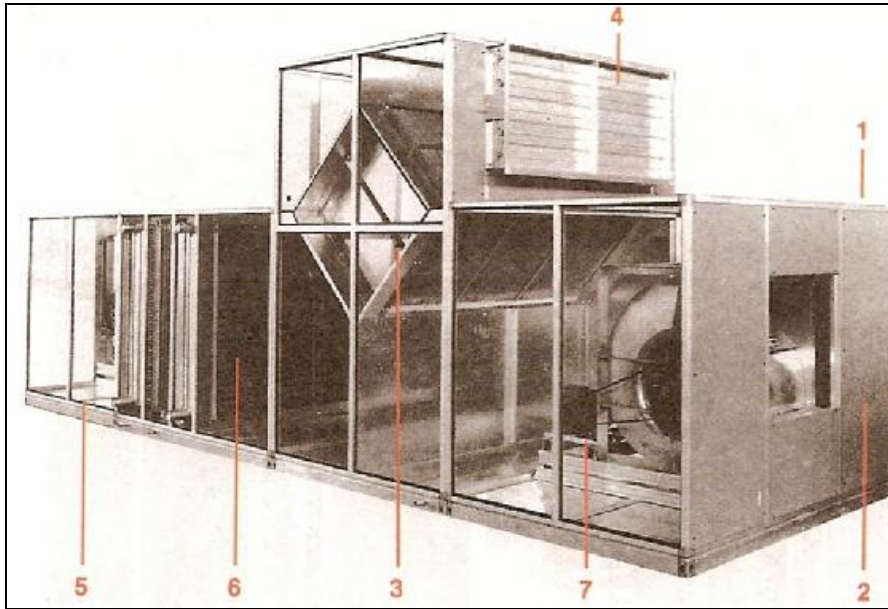
Σχήμα 1.4: Μικρή Κ.Κ.Μ., με ανοικτά τα καπάκια της

Στα σχήματα (1.5) και (1.6), έχουμε μία πολύ καθαρή εσωτερική άποψη δύο μεσαίου μεγέθους Κ.Κ.Μ., όπου μπορείτε να ξεχωρίσετε τα διάφορα τμήματα από τα οποία αποτελούνται. Η μονάδα που φαίνεται στο σχήμα (1.5) ονομάζεται μονάδα πολλαπλών ζωνών. Έχει δύο στοιχεία στην έξοδό της (ένα για την κάθε ζώνη) και το κάθε στοιχείο ελέγχεται από το δικό του σύστημα αυτοματισμού.



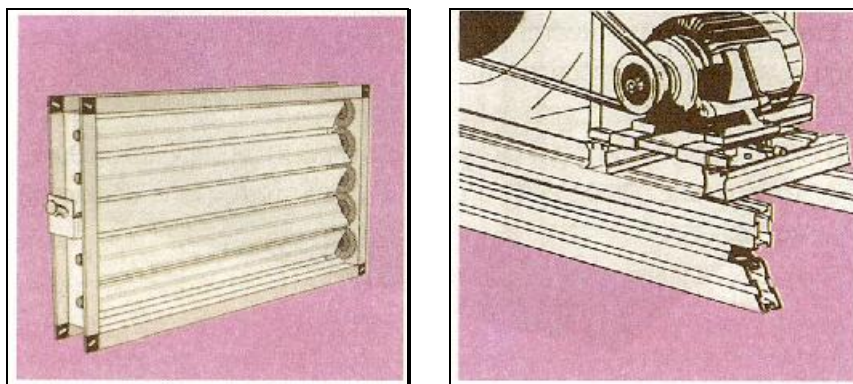
Σχήμα 1.5: Μεσαίου μεγέθους Κ.Κ.Μ., πολλαπλών ζωνών. 1:Φέρων σκελετός, 2:Θερμομονωμένα καπάκια, 3: Στοιχεία (δυο, το καθένα με δική του έξοδο αέρα), 4: Οι εξοδοι του αέρα, 5: Εισαγωγή αέρα, 6:Σημείο αποχέτευσης συμπυκνωμάτων,7: Ανεμιστήρας, 8: Υγραντήρας με υγροσυλλέκτη

Στο σχήμα (1.6) φαίνεται και ο τρόπος που τοποθετείται ένας πλακοειδής εξοικονομητής ενέργειας μέσα σε μία Κ.Κ.Μ..

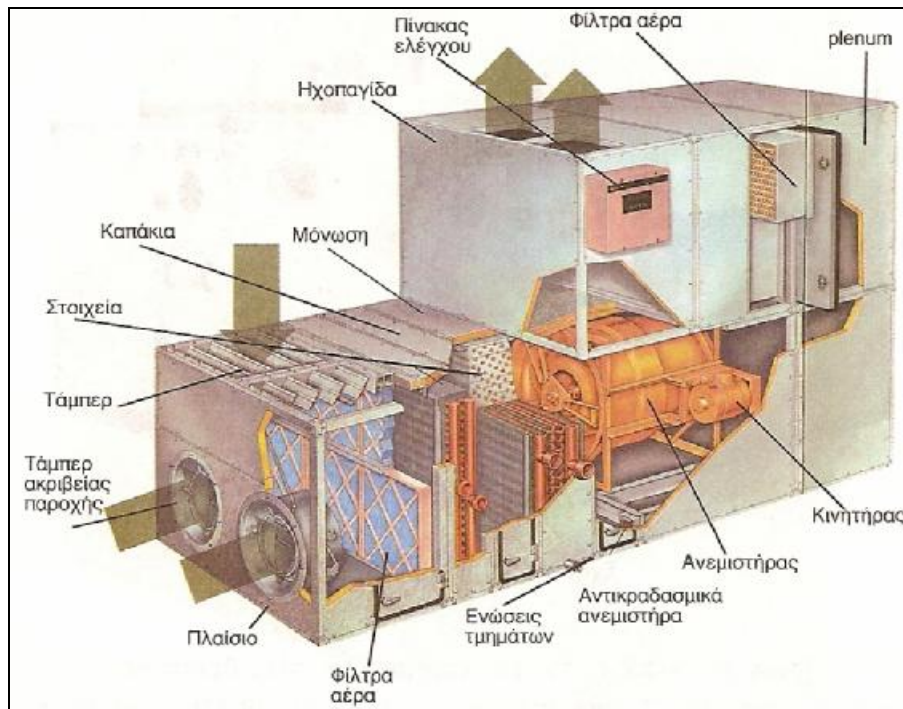


Σχήμα 1.6: Μεσαίου μεγέθους Κ.Κ.Μ., με εξοικονομητή ενέργειας. 1 :Φέρων σκελετός, 2:Θερμομονωμένα καπάκια, 3: Εξοικονομητής ενέργειας, 4: Η επιστροφή του αέρα, 5: Ανεμιστήρας προσαγωγής, 6:Ψυκτικό και θερμαντικό στοιχείο, 7: Ανεμιστήρας απορριπτόμενου αέρα

Στο σχήμα (1.7) βλέπουμε τη λεπτομέρεια κατασκευής του τάμπερ ρύθμισης της παροχής του αέρα επιστροφής καθώς και του συστήματος τάνυσης των μάντων του ανεμιστήρα.

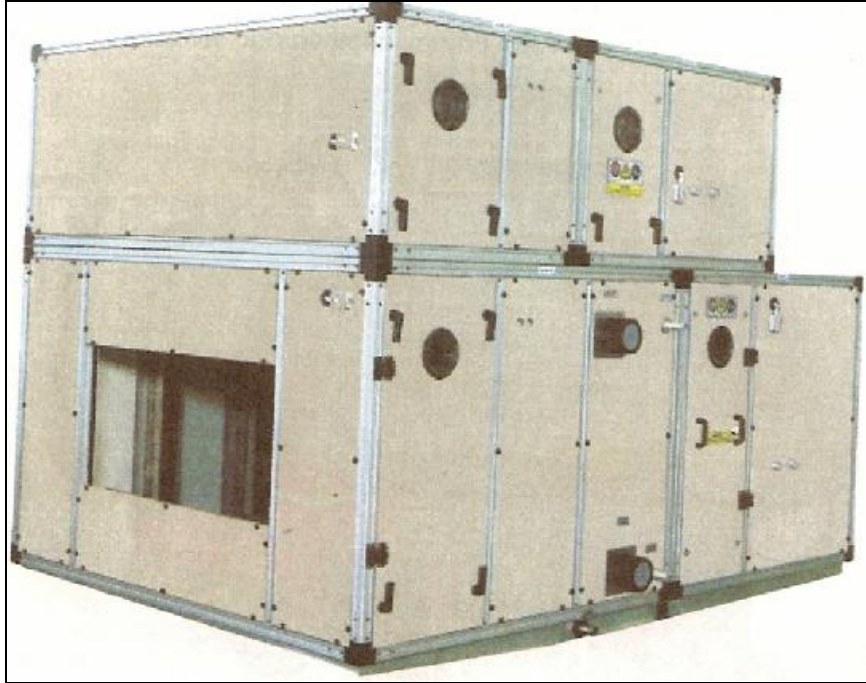


Σχήμα 1.7: Το τάμπερ του νοπού αέρα και το σύστημα τάνυσης των μάντων



Σχήμα 1.8: Μεσαίου μεγέθους Κ.Κ.Μ. με ειδικά τάμπερ για τη ακριβή ρύθμιση της ποσότητας του αέρα

Στο σχήμα (1.8) βλέπουμε μία μεσαίου μεγέθους Κ.Κ.Μ., κατάλληλη για τον ακριβή έλεγχο των συνθηκών του κλιματιζόμενου αέρα, σε μία πολύ παραστατική διάταξη. Η εν λόγω Κ.Κ.Μ. έχει την ιδιότητα, μέσω των ειδικών τάμπερ που βλέπουμε στο σχήμα και του κατάλληλου συστήματος τηλεχειρισμού, να μετράει με ακρίβεια και να ρυθμίζει την ποσότητα του εισερχόμενου αέρα.



Σχήμα 1.9: Μεγάλη Κ.Κ.Μ.

Οι Κ.Κ.Μ. πολλές φορές έχουν εντυπωσιακά μεγάλες διαστάσεις. Τέτοιες διώροφες μονάδες βλέπουμε στα σχήματα (1.9), (1.10) και (1.11) που προέρχονται από τρεις διαφορετικούς κατασκευαστές.



Σχήμα 1.10: Άλλος τύπος μεγάλης Κ.Κ.Μ.

Τα μέρη από τα οποία αποτελείται μία Κ.Κ.Μ., που τα βλέπετε στα σχήματα από το (1.3) μέχρι και το (1.11), είναι ένα θέμα αρκετά εκτεταμένο και θα το αναπτύξουμε σε επόμενη παράγραφο του παρόντος κεφαλαίου, στο οποίο θα ασχοληθούμε αποκλειστικά με το κάθε τμήμα από το οποίο αποτελείται μία Κ.Κ.Μ.. Γι' αυτό δεν θα επεκταθούμε εδώ περισσότερο σε ότι αφορά την κατασκευή και τον τρόπο λειτουργίας των Κ.Κ.Μ..



Σχήμα 1.11: Μεγάλη Κ.Κ.Μ., ελληνικής κατασκευής

1.1.4 Ο εξοπλισμός μιας Κ.Μ.

Μία Κ.Μ., για να είναι πλήρης, αρκεί να περιλαμβάνει τουλάχιστον τα εξής εξαρτήματα:

- Ένα στοιχείο εναλλαγής θερμότητας
- Έναν ανεμιστήρα
- Τα φίλτρα καθαρισμού του αέρα από τη σκόνη
- Όργανα αυτοματισμού

Εκτός από τα παραπάνω, συχνά συναντάμε, ιδίως στις Η.Κ.Μ. (Ημικεντρική Κλιματιστική Μονάδα) και επιπλέον εξοπλισμό, που συνηθέστερα είναι ο εξής:

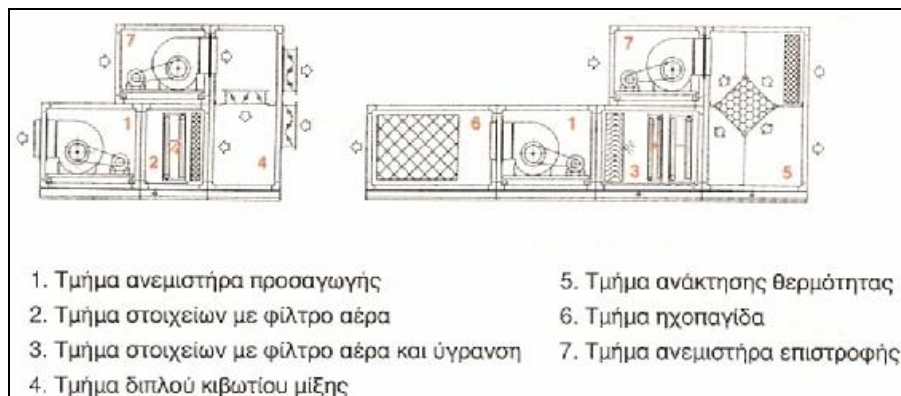
- Αν οι Κ.Μ κάνουν και εισαγωγή νωπού αέρα, απαιτείται και ένα τάμπερ για τη ρύθμιση της παροχής του νωπού αέρα.
- Αν εκτός από τη θερμοκρασία, ρυθμίζουν το καλοκαίρι και τη σχετική υγρασία, τότε έχουν ανεξάρτητο θερμαντικό στοιχείο (για αναθέρμανση).
- Μπορεί να υπάρχει και υγραντήρας για τη ρύθμιση της σχετικής υγρασίας το χειμώνα.

Μολονότι μπορεί και οι Κ.Κ.Μ. να περιλαμβάνουν μόνο τα παραπάνω βασικά τμήματα, συνήθως, όπως είδαμε, είναι περίπλοκα συγκροτήματα που διαθέτουν πολύ περισσότερο εξοπλισμό. Στα σχήματα (1.4), (1.5), (1.6) και (1.8) είδαμε τέσσερις Κ.Κ.Μ. με ανοικτά τα καπάκια τους και από αυτές γίνεται αντιληπτό το πόσο ακόμη πιο περίπλοκη μπορεί να είναι η εσωτερική δομή τους.



Σχήμα 1.12: Κλιματιστικές μονάδες οριζόντιου τύπου σε συμβολική σχεδίαση

Στο σχήμα (1.12), βλέπετε Κ.Κ.Μ. σε συμβολική διάταξη. Μόνο από τέτοια σχήματα, στις μεγάλες και περίπλοκες Κ.Κ.Μ. θα μπορούσαμε να καταλάβουμε τι περίπου συμβαίνει. Οι μονάδες οι οποίες βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο ονομάζονται οριζόντιου τύπου.



Σχήμα 1.13: Διώροφες κλιματιστικές μονάδες σε συμβολική σχεδίαση

Οι συμβολισμοί δεν είναι όλοι οι ίδιοι σε όλους τους κατασκευαστές. Στο σχήμα (1.13) βλέπουμε διώροφες μονάδες οριζόντιου τύπου, σε

συμβολική σχεδίαση, με τα σύμβολα που χρησιμοποιεί άλλος κατασκευαστής. Ένας γενικά αποδεκτός συμβολισμός είναι ότι με το σύμβολο (+) συμβολίζουμε το θερμαντικό στοιχείο, με το (-) το ψυκτικό, ενώ η ταυτόχρονη παρουσία και των δύο συμβόλων υποδηλώνει ότι το ίδιο στοιχείο χρησιμοποιείται άλλοτε για ψύξη και άλλοτε για θέρμανση.

Τα τμήματα που συγκροτούν μια Κ.Κ.Μ., τα οποία και θα εξηγήσουμε στη συνέχεια, είναι κυρίως τα εξής:

- Στοιχεία για θέρμανση ή ψύξη του αέρα
- Σταγονοσυλλέκτης
- Τμήμα ύγρανσης του αέρα (με ατμό ή ψεκασμό)
- Τάμπερ αυτόματα ή χειροκίνητα για τη ρύθμιση της ροής
- Κιβώτιο μίξης νερού αέρα-αέρα ανακυκλοφορίας
- Τα φίλτρα καθαρισμού του αέρα από τη σκόνη
- Κιβώτιο με φίλτρα σε ρόλο
- Σακκόφιλτρα
- Ένας τουλάχιστον ισχυρός φυγοκεντρικός ανεμιστήρας
- Ηλεκτρικές αντιστάσεις για αναθέρμανση του αέρα
- Κιβώτιο απόσβεσης θορύβου (ηχοπαγίδα)
- Τμήμα εξοικονόμησης ενέργειας
- Κιβώτιο αέρα παράκαμψης
- Τμήμα διαχωρισμού πολλαπλών ζωνών
- Κενά κιβώτια (περισσότερο γνωστά ως plenum)
- Όργανα αυτοματισμού

Στη συνέχεια, θα αναφερθούμε σε όλα τα επί μέρους τμήματα από τα οποία μπορεί αποτελείται μία Κ.Μ. Δεν θα αναφερθούμε όμως και στα όργανα αυτοματισμού.

1.2 ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

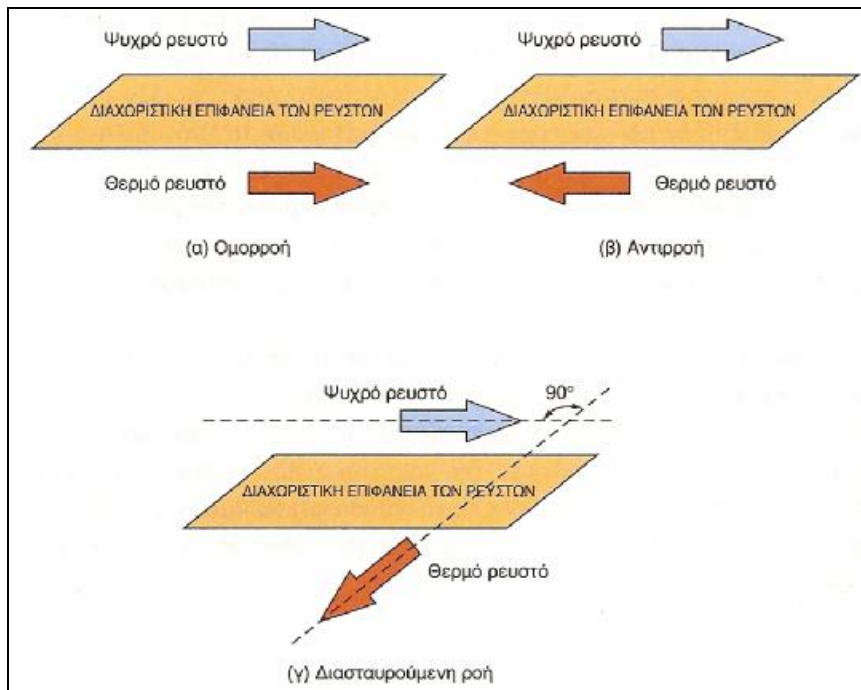
1.2.1 Πως επιτυγχάνεται η εναλλαγή της θερμότητας

Η εναλλαγή θερμότητας μεταξύ δύο ρευστών επιτυγχάνεται μέσω μίας στερεάς διαχωριστικής επιφάνειας. Η διαχωριστική αυτή επιφάνεια μπορεί να δημιουργείται με διάφορους τρόπους. Π.χ. μπορεί να είναι η επιφάνεια σωλήνων, εσωτερικά των οποίων ρέει το ένα ρευστό, ενώ εξωτερικά βρίσκεται το άλλο. Τα δύο ρευστά έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες t_1 και t_3 ενώ ο σωλήνας έχει μία ενδιάμεση θερμοκρασία t_2 .

Διακρίνουμε τρία συστήματα εναλλαγής θερμότητας μεταξύ δύο ρευστών που είναι σε κατάσταση ροής:

- Ομοροή (parallel flow)
- Αντιρροή (counterflow)
- Διασταυρούμενη ροή (crossflow)

Στο σχήμα (2.1) βλέπουμε σχηματικά τα ως άνω τρία συστήματα. Στην ομοροή (α) τα δύο ρευστά οδεύουν παράλληλα προς την ίδια κατεύθυνση. Στην αντιρροή (β) οδεύουν παράλληλα αλλά προς αντίθετες κατευθύνσεις. Στη διασταυρούμενη ροή (γ), τα δύο ρευστά οδεύουν σε κατευθύνσεις που σχηματίζουν γωνία 90° μεταξύ τους. Η εναλλασσόμενη θερμότητα στην κατάσταση αντιρροής q_a είναι πολύ μεγαλύτερη από την εναλλασσόμενη θερμότητα σε κατάσταση ομοροής q_o ενώ η q_d στη διασταυρούμενη ροή βρίσκεται ενδιάμεσα στις δύο παραπάνω.



Σχήμα 2.1: Ομορροή, Αντιρροή, Διασταυρούμενη ροή

Δηλαδή ισχύει η σχέση:

$$q_a > q_d > q_o$$

Ευνόητο είναι ότι μας συμφέρει να κατασκευάζουμε εναλλάκτες θερμότητας που να λειτουργούν σε κατάσταση αντιρροής αλλά στην πράξη αυτό δεν είναι πάντοτε εφικτό. Όπως εξάλλου θα δούμε αργότερα σ' αυτό το κεφάλαιο, οι πλέον κοινοί εναλλάκτες, τα «στοιχεία», λειτουργούν κυρίως σε διάταξη διασταυρούμενης ροής.

Στην πράξη, σπάνια συναντάμε έναν εναλλάκτη που να λειτουργεί αποκλειστικά και μόνο με ένα από τα παραπάνω τρία συστήματα. Συνήθως η ροή μέσα σε έναν εναλλάκτη είναι συνδυασμός των παραπάνω. Π.χ. σε ένα τμήμα ενός εναλλάκτη μπορεί να έχουμε λειτουργία σε κατάσταση αντιρροής ενώ ένα άλλο τμήμα του να λειτουργεί σε κατάσταση ομορροής.

1.2.2. Τα είδη των εναλλακτών θερμότητας που χρησιμοποιούνται στις κλιματιστικές εγκαταστάσεις

Οι εναλλάκτες θερμότητας (heat exchangers) είναι από τα βασικότερα εξαρτήματα μίας κλιματιστικής εγκατάστασης. Μπορούμε να τους διακρίνουμε στις εξής κατηγορίες:

(α) Ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους

- Πλακοειδείς εναλλάκτες υγρών
- Εναλλάκτες κελύφους-σωλήνων (ή κυλινδρικοί εναλλάκτες)
- Πλακοειδείς εναλλάκτες αέρος
- Περιστροφικοί εναλλάκτες
- Στοιχεία (Coils)

(β) Ανάλογα με τα ρευστά που χρησιμοποιούνται στην εναλλαγή της θερμότητας

- Νερού-νερού
- Νερού-ψυκτικού ρευστού
- Νερού-υδρατμού
- Αέρος-νερού
- Αέρος- ψυκτικού ρευστού
- Αέρος-υδρατμού
- Αέρος-αέρος

Οι εναλλάκτες αέρος-αέρος χρησιμοποιούνται στον κλιματισμό σχεδόν αποκλειστικά για την εξοικονόμηση ενέργειας.

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε συνοπτικά σε όλα τα είδη των εναλλακτών χωρίς να επεκταθούμε σε λεπτομέρειες.

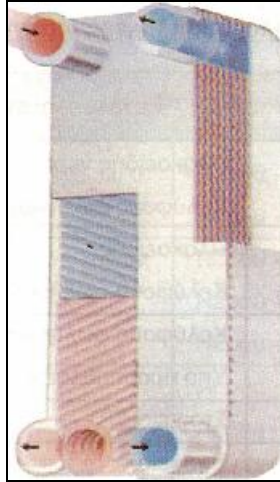
1.2.3 Πλακοειδείς εναλλάκτες υγρών

Οι πλακοειδείς εναλλάκτες θερμότητας (plate heat exchangers), κατασκευαστικά είναι όπως φαίνεται στο σχήμα (2.2). Είναι κατάλληλοι για την εναλλαγή θερμότητας νερού-νερού και νερού-ψυκτικού ρευστού. Κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και με υδρατμό. Εσωτερικά είναι χωρισμένοι σε δύο περιοχές, μέσω πολύ λεπτών ελασμάτων, που είναι κυματοειδούς μορφής για την βελτίωση της εναλλαγής θερμότητας.

Οι πλακοειδείς εναλλάκτες, μπορεί να είναι κλειστοί (συγκολλητοί) ή λυόμενοι. Στους τελευταίους οι εσωτερικές πλάκες μπορούν να αντικαθίστανται. Συνήθως δεν ,έχουν μεγάλη αντοχή σε υψηλές πιέσεις, γι' αυτό σχετικά σπάνια χρησιμοποιούνται με υδρατμό.

Σημαντικό πλεονέκτημα των πλακοειδών εναλλακτών είναι ότι έχουν χαμηλό κόστος σε σχέση με τους «ανταγωνιστές» τους εναλλάκτες κελύφους-σωλήνων. Επίσης πλεονεκτούν έναντι των εναλλακτών κελύφους-σωλήνων όταν τα ρευστά που εναλλάσσουν τη θερμότητα απαιτούν την ύπαρξη ανοξείδωτων επιφανειών εναλλαγής θερμότητας.

Η κατάσταση ροής στους πλακοειδείς εναλλάκτες είναι κυρίως η αντιρροή. Οι εναλλάκτες αυτοί έχουν το πλεονέκτημα πολύ υψηλών αποδόσεων σε μικρό σχετικά όγκο. Όμως οι λεπτές δίοδοι διέλευσης και οι κυματοειδής επιφάνεια των πλακών έχουν σαν αποτέλεσμα να παρουσιάζουν μεγάλη πτώση πίεσης. Μειονέκτημα τους επίσης είναι ότι καθαρίζονται σχετικά δύσκολα. Ως εκ τούτου θα πρέπει τα δύο ρευστά που εναλλάσσουν θερμότητα να είναι σχετικά απαλλαγμένα από ακαθαρσίες ή από αιωρούμενα σωματίδια.

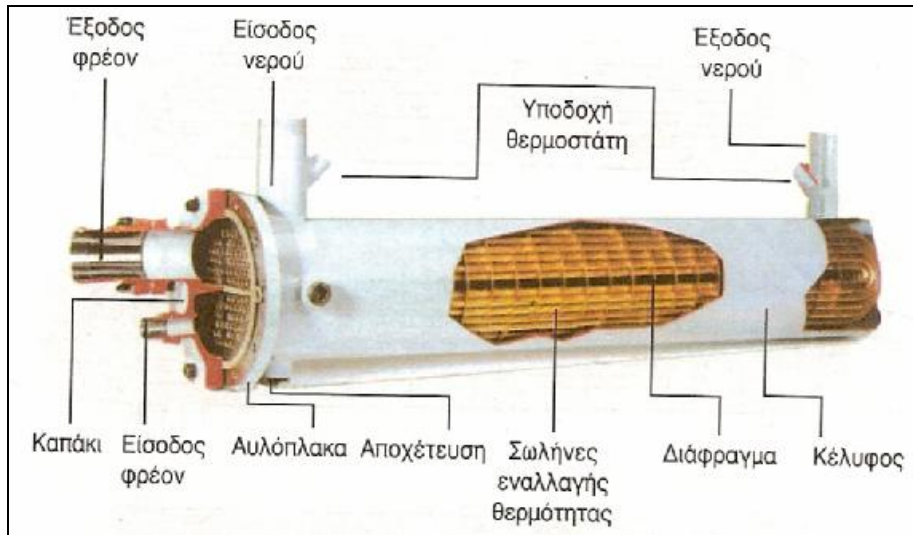


Σχήμα 2.2: Κατασκευαστική διαμόρφωση πλακοειδούς εναλλάκτη

Όταν οι πλακοειδείς εναλλάκτες πρόκειται να λειτουργήσουν με νερό σχετικά βρώμικο, όπως είναι το νερό που προέρχεται από πύργους ψύξης, συνιστάται η παρεμβολή φίλτρων νερού για να συγκρατούν τα μεγαλύτερα σωματίδια. Τα φίλτρα δημιουργούν όμως προβλήματα στη σωστή λειτουργία των κλιματιστικών μηχανημάτων, επειδή βουλώνουν πολύ εύκολα και περιορίζουν ή ακόμη και διακόπτουν τη ροή του νερού μέσα από τους εναλλάκτες. Το αποτέλεσμα είναι να απαιτείται συχνός καθαρισμός τους, ιδίως όταν το νερό προέρχεται από πύργους ψύξης (το νερό των πύργων ψύξης είναι συνήθως πάρα πολύ βρώμικο).

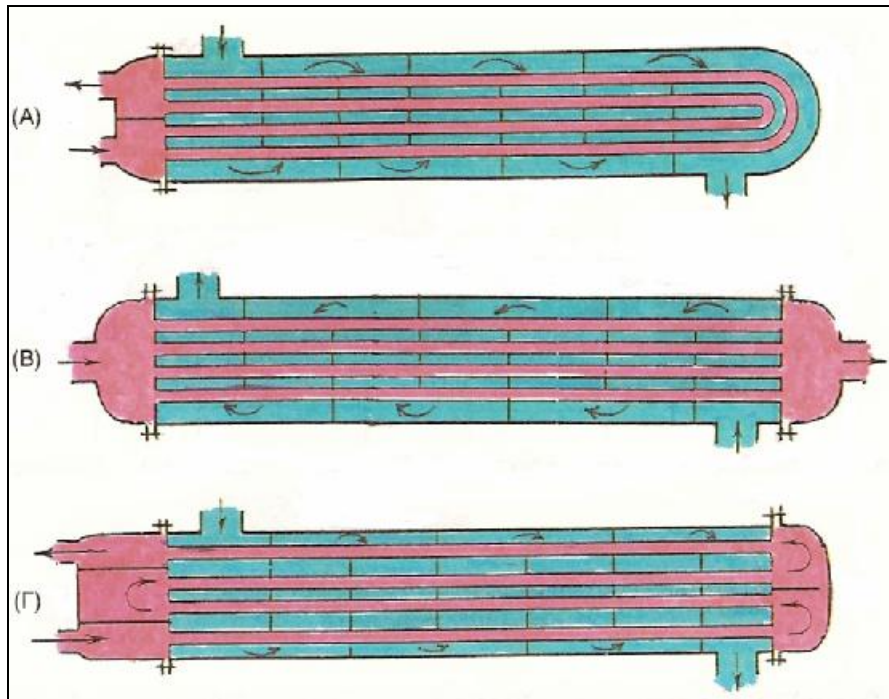
1.2.4 Κυλινδρικοί Εναλλάκτες (κελύφους-σωλήνων)

Οι κυλινδρικοί εναλλάκτες ή εναλλάκτες κελύφους-σωλήνων (shell and tubes heat exchangers) είναι αυτοί που σχεδόν κατά κανόνα χρησιμοποιούνται στα μεγάλα μηχανήματα παραγωγής ψυχρού νερού. Η κατασκευαστική τους διαμόρφωση είναι όπως του σχήματος (2.3). Πρωτίστως θα πρέπει να θεωρούνται δοχεία υψηλής πίεσης και κατά δεύτερο λόγο εναλλάκτες.



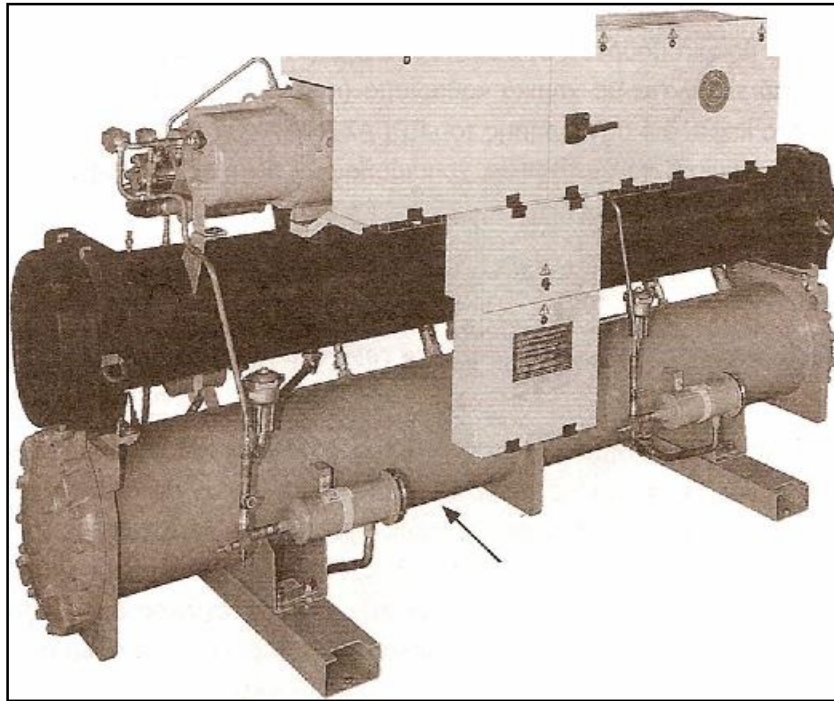
Σχήμα 2.3: Κατασκευαστική διαμόρφωση εναλλάκτη κελύφους-σωλήνων, με σωλήνες μορφής U

Οι εναλλάκτες αυτοί, όπως βλέπουμε στο σχήμα (2.3) αποτελούνται από σωλήνες, μέσα από τους οποίους ρέει το ένα ρευστό. Οι σωλήνες περιβάλλονται από ένα κέλυφος που χρησιμεύει και ως οδηγός της ροής του άλλου ρευστού. Ανάλογα με τα ρευστά για τα οποία προορίζονται έχουν σημαντικές κατασκευαστικές διαφορές, τις οποίες δεν θα αναπτύξουμε. Ενδεικτικά λέμε μόνο ότι αν προορίζονται π.χ. για εναλλαγή θερμότητας μεταξύ νερού και ψυκτικού υγρού, οι σωλήνες, στην πλευρά του ψυκτικού υγρού, μπορεί να έχουν εσωτερικές ραβδώσεις για να αυξάνουν την επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας και να βελτιώνουν την απόδοση.



Σχήμα 2.4: Ενδεικτικές διατάξεις της ροής στο εσωτερικό των εναλλακτών κελύφους-σωλήνων (Α) Με σωλήνες U (Β) Με ευθείς σωλήνες-απλής διαδρομής (Γ) Με ευθείς σωλήνες-με 4 διαδρομές

Ο εναλλάκτης του σχήματος (2.3), ονομάζεται εναλλάκτης μορφής σωλήνων U (U-tubes). Αυτός έχει μόνο ένα καπάκι (καθρέπτη) στη μία μόνο άκρη. Η διάταξη της ροής εσωτερικά σ' αυτόν τον εναλλάκτη φαίνεται στο σχήμα (2.4), περίπτωση (Α). Υπάρχουν και οι εναλλάκτες με ίσιους σωλήνες που έχουν καθρέπτες και στις δύο μεριές. Έχουν σημαντικά μεγαλύτερο κόστος, συντηρούνται όμως και επισκευάζονται πιο εύκολα. Αυτοί μπορεί να έχουν μία ή περισσότερες διαδρομές, ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής των κεφαλών τους. Η διάταξη της ροής σ' αυτούς φαίνεται στο σχήμα (2.4), περιπτώσεις (Β) και (Γ).



Σχήμα 2.5: Υδρόψυκτο chiller με εναλλάκτες κελύφους-σωλήνων. Οι εναλλάκτες είναι με ευθείς σωλήνες

Στο σχήμα (2.5) βλέπουμε έναν υδρόψυκτο ψύκτη νερού (ή υδρόψυκτο chiller) με κυλινδρικούς εναλλάκτες οι οποίοι έχουν ευθείς σωλήνες (το καταλαβαίνουμε από τους δύο καθρέπτες που έχει ο κάθε εναλλάκτης). Ο ένας εναλλάκτης είναι ο εξατμιστής και ο άλλος είναι ο συμπυκνωτής. Τους ξεχωρίζουμε εύκολα, επειδή ο εξατμιστής πρέπει να είναι θερμομονωμένος για να μην υπάρχουν απώλειες αλλά και για να μη δημιουργούνται συμπυκνώματα στην επιφάνεια του. Στο σχήμα (2.5), η θερμομόνωση ξεχωρίζει επειδή είναι μαύρου χρώματος.

Οι κυλινδρικοί εναλλάκτες είναι πολύ πιο ογκώδεις για την ίδια απόδοση σε σχέση με τους αντίστοιχους πλακοειδείς εναλλάκτες. Καθαρίζονται όμως πολύ πιο εύκολα και δεν είναι απαραίτητη η παρεμβολή φίλτρων νερού όταν το νερό είναι σχετικά βρώμικο, όπως συμβαίνει με το νερό των πύργων ψύξης.

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα των κυλινδρικών εναλλακτών σε σχέση

με τους πλακοειδείς είναι ότι έχουν σημαντικά μεγαλύτερο κόστος. Ένας υδρόψυκτος ψύκτης νερού με κυλινδρικούς εναλλάκτες είναι πολύ ακριβότερος από τον αντίστοιχο ψύκτη νερού με πλακοειδείς εναλλάκτες. Είναι όμως πολύ πιο αξιόπιστος και μεγαλύτερης αντοχής. Επίσης παρουσιάζει μικρότερες πτώσεις πίεσης κατά τη ροή των ρευστών.

Στους συμπυκνωτές των υδρόψυκτων ψυκτών νερού, η συμπύκνωση του ψυκτικού υγρού επιτυγχάνεται κατά κανόνα με νερό προερχόμενο από κάποιο πύργο ψύξης. Τα μεγάλα ψυκτικά μηχανήματα συνήθως είναι εξοπλισμένα με κυλινδρικούς εναλλάκτες.

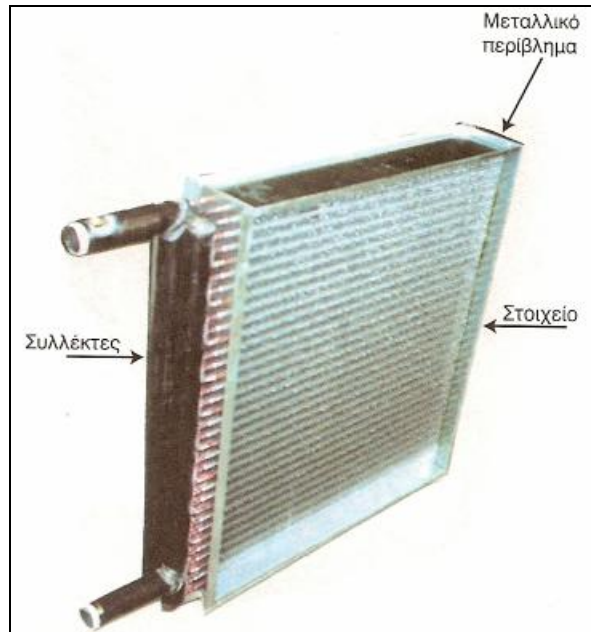
1.2.5 Τα στοιχεία (coils) και η σημασία τους στον κλιματισμό

Το **βασικότερο εξάρτημα** που υπάρχει μέσα στην κάθε Κλιματιστική Μονάδα (Κ.Μ.) είναι ο εναλλάκτης θερμότητας.

Τα στοιχεία, εκτός από τις Κ.Μ., χρησιμοποιούνται και στην κατασκευή εναλλακτών αέρος-νερού, συμπυκνωτών και εξατμιστών. Τα μηχανήματα αυτά, στον κλιματισμό, είναι απαραίτητα στην όλη διαδικασία της παραγωγής της ψύξης.

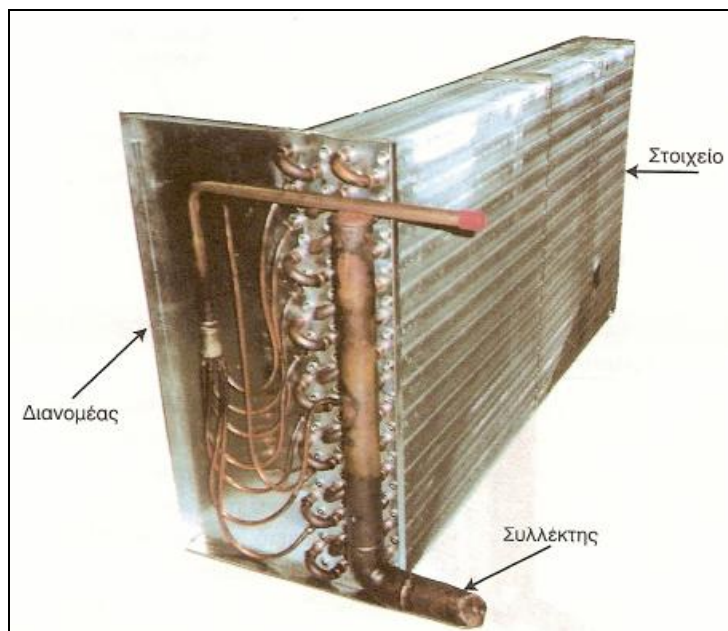
Τα στοιχεία είναι αρκετά περίπλοκα στην κατασκευή τους. Στα σχήματα (2.5) και (2.6), βλέπουμε τέτοια στοιχεία.

Το στοιχείο του σχήματος (2.5) είναι αέρος-νερού ενώ του (2.6) είναι εξατμιστής αέρος-ψυκτικού υγρού. Τα ξεχωρίζουμε πολύ εύκολα από τον τρόπο που είναι κατασκευασμένοι οι συλλέκτες και από τα υλικά κατασκευής των συλλεκτών. Συγκεκριμένα:



Σχήμα 2.5: Στοιχείο αέρος-νερού. Οι συλλέκτες στο στοιχείο αυτό συνήθως είναι χαλύβδινοι και έχουν την ίδια διάμετρο.

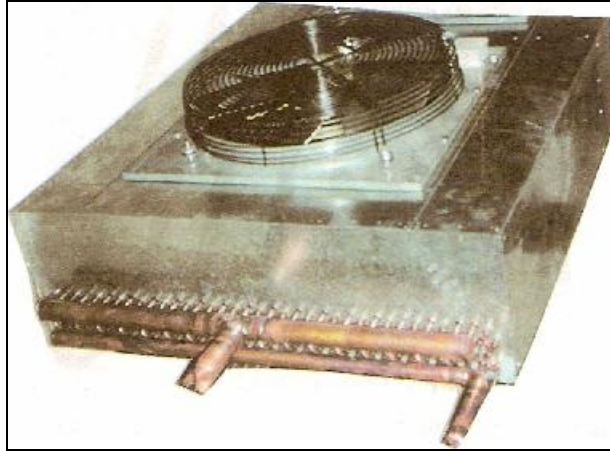
- Όταν το στοιχείο είναι συμπυκνωτής (για ψυκτικά ρευστά) οι συλλέκτες είναι χάλκινοι και έχουν διαφορετικές διαμέτρους. Προφανώς η πλευρά του υγρού είναι αυτή που έχει τη μικρότερη διάμετρο.
- Όταν το στοιχείο είναι εξατμιστής, έχει στην είσοδο του ψυκτικού ρευστού τον διανομέα για την ομοιόμορφη κατανομή του ψυκτικού υγρού στα κυκλώματα, που φαίνονται στο σχήμα (2.6).
- Στο νερό συνήθως οι συλλέκτες είναι χαλύβδινοι και είναι και οι δύο της ίδιας διαμέτρου.



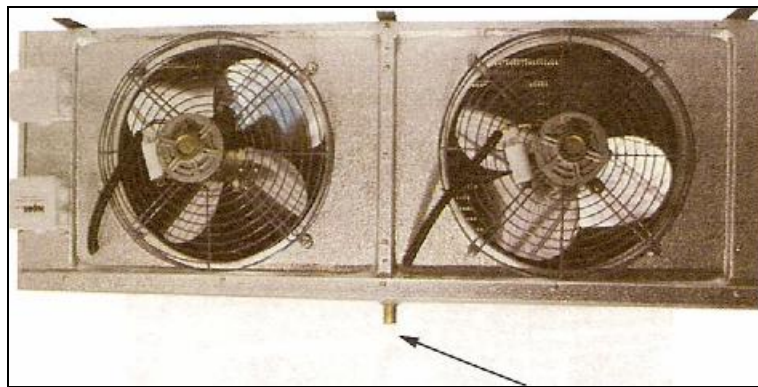
Σχήμα 2.6: Στοιχείο DX αέρος-ψυκτικού υγρού (το στοιχείο αυτό είναι εξατμιστής)

Στο σχήμα (2.7) βλέπουμε ένα συμπυκνωτή, με το στοιχείο τοποθετημένο ήδη μέσα στο μεταλλικό κέλυφος του συμπυκνωτή. Δεν χρειάζεται πολύς χρόνος να σκεφτούμε προκειμένου να καταλάβουμε ότι πρόκειται για συμπυκνωτή αφού δεν υπάρχει διανομέας. Οι χάλκινοι συλλέκτες, διαφορετικής διαμέτρου δείχνουν ότι πρόκειται για στοιχείο που προορίζεται για ψυκτικό υγρό.

Όταν και οι συλλέκτες είναι μέσα σε κλειστό κουτί, μπορούμε και πάλι να ξεχωρίσουμε αν πρόκειται για εξατμιστή ή για συμπυκνωτή. Συγκεκριμένα ο εξατμιστής δημιουργεί συμπυκνώματα νερού και γι' αυτό θα πρέπει να είναι εφοδιασμένος με σημείο αποχέτευσης. Στο σχήμα (2.8) δεν βλέπουμε τους συλλέκτες, αλλά μπορούμε να πούμε με απόλυτη βεβαιότητα ότι πρόκειται για εξατμιστή.



Σχήμα 2.7: Συμπυκνωτής με στοιχείο αέρος-ψυκτικού υγρού

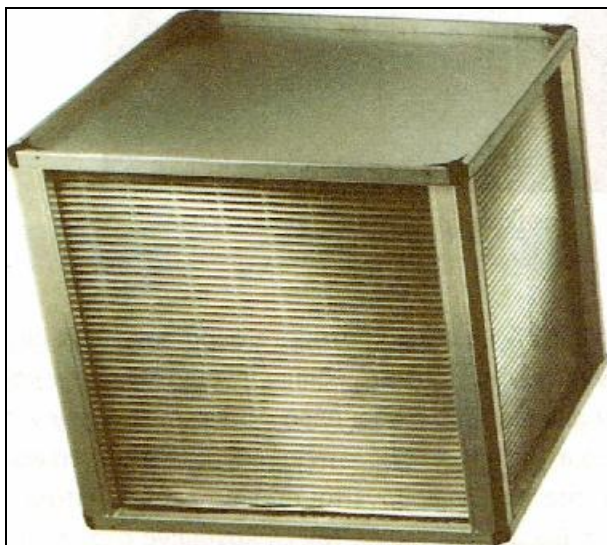


Σημείο αποχέτευσης των συμπυκνωμάτων

Σχήμα 2.8: Εξατμιστής με στοιχείο αέρος-ψυκτικού υγρού, που είναι πλήρως κλεισμένο στο κέλυφος του μηχανήματος. Το καταλαβαίνουμε όμως ότι πρόκειται για εξατμιστή από την παρουσία σημείου αποχέτευσης.

1.2.6 Οι πλακοειδείς εναλλάκτες αέρος-αέρος

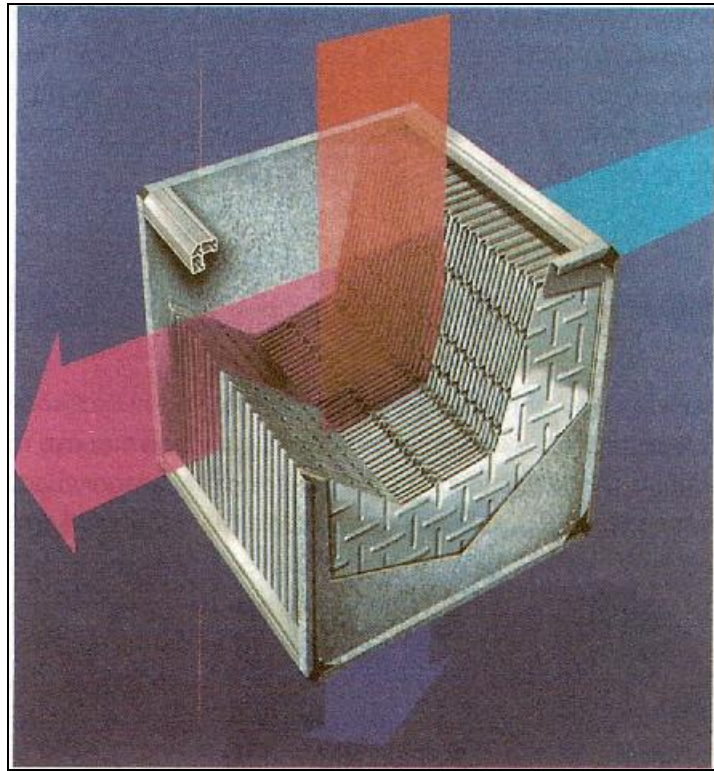
Οι πλακοειδείς εναλλάκτες αέρος-αέρος είναι οι πλέον διαδεδομένοι σε χρήση εξοικονομητές ενέργειας. Η λειτουργία τους φαίνεται στο σχήμα (2.9). Στο σχήμα (2.10) βλέπουμε με λεπτομέρεια την κατασκευαστική διαμόρφωση ενός τέτοιου εναλλάκτη και τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί.



Σχήμα 2.9: Πλακοειδής εναλλάκτης αέρος-αέρος, κατάλληλος για εξοικονόμηση ενέργειας

Η εξοικονόμηση ενέργειας επιτυγχάνεται με την εναλλαγή θερμότητας μεταξύ του νωπού αέρα και του απορριπτόμενου μέσω λεπτών επιφανειών που συνήθως είναι μεταλλικές και απέχουν μεταξύ τους από 2,5 μέχρι 12,5 mm (ανάλογα με το σχεδιασμό και τη χρήση για την οποία προορίζονται).

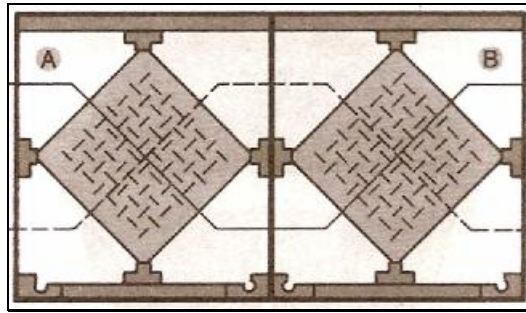
Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν, με την κατάλληλη διάταξη, για την αναθέρμανση του ψυχρού αέρα, στις περιπτώσεις εκείνες που χρειάζεται στοιχείο αναθέρμανσης. Με τον τρόπο αυτό εξοικονομείται η ενέργεια που αλλιώς θα καταναλώνονταν για την αναθέρμανση.



Σχήμα 2.10: Κατασκευαστική διαμόρφωση και λειτουργία πλακοειδούς εναλλάκτη αέρος-αέρος

Όπως φαίνεται στο σχήμα (2.10), τα δύο ρεύματα αέρα πρέπει να διασταυρώνονται πάνω στον εναλλάκτη. Σ' αυτόν δημιουργούνται, με την κατάλληλη τοποθέτηση των πλακών, δύο δίοδοι αέρα σαφώς διαχωρισμένες μεταξύ τους. Ο απορριπτόμενος στο περιβάλλον αέρας, μέσω της επιφάνειας εναλλαγής θερμότητας που δημιουργείται από τις λεπτές μεταλλικές πλάκες, εναλλάσσει τη θερμότητα του με τον εισερχόμενο στον χώρο αέρα. Έτσι ανακτάται μέρος της ενέργειας που έχει καταναλωθεί για τον κλιματισμό του απορριπτόμενου αέρα.

Η τυπική απόδοση τους, όταν είναι καινούριοι είναι 55-85%, αλλά με την πάροδο του χρόνου και ανάλογα με το ρυθμό ρύπανσης η απόδοση αυτή μειώνεται. Γι' αυτό προτάσσονται φίλτρα και στα δύο ρεύματα του αέρα για τον περιορισμό της επικάθισης σκόνης στις πλακοειδείς επιφάνειες εναλλαγής θερμότητας.



Σχήμα 2.11: Σύνδεση σε σειρά δύο πλακοειδών εναλλακτών αέρος-αέρος

Καλύτεροι βαθμοί απόδοσης, μπορούν να επιτευχθούν με την εν σειρά σύνδεση δύο εναλλακτών. Τον τρόπο αυτό σύνδεσης τον βλέπουμε στο σχήμα (2.11).

Το μεγάλο πλεονέκτημα τους είναι ότι δεν έχουν κινούμενα μέρη. Πρόκειται για μία απλή, κλειστή κατασκευή, που δεν ανοίγεται και που σχεδόν δεν χρειάζεται συντήρηση. Την τοποθετείς και μετά την ξεχνάς.

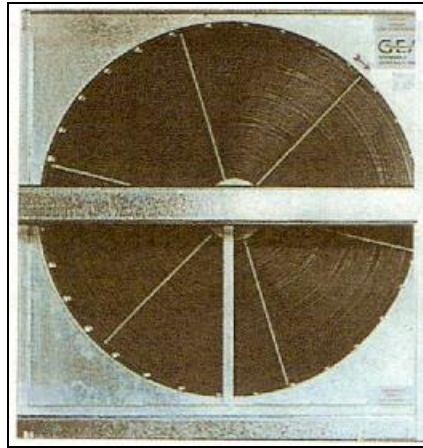
Το μοναδικό μειονέκτημα τους είναι ότι δεν εναλλάσσουν και υγρασία παρά μόνο θερμότητα.

1.2.7 Οι περιστροφικοί εναλλάκτες

Οι περιστροφικοί εναλλάκτες (rotary wheel heat exchangers) χρησιμοποιούνται επίσης για εξοικονόμηση ενέργειας, όπως ακριβώς και οι πλακοειδείς εναλλάκτες αέρος-αέρος. Ένας τέτοιος εναλλάκτης φαίνεται στο σχήμα (2.12). Στο σχήμα (2.13) βλέπουμε τον τρόπο λειτουργίας του περιστροφικού εναλλάκτη.

Στον περιστροφικό εναλλάκτη τα δύο ρεύματα αέρα οδεύουν παράλληλα και εναλλάσσουν θερμότητα μέσω μίας περιστρεφόμενης επιφάνειας εναλλαγής θερμότητας, η οποία επιτρέπει την ελεύθερη διέλευση του αέρα. Όταν ένα τμήμα της περιστρεφόμενης επιφάνειας βρίσκεται στο θερμό ρεύμα του αέρα, το ψύχει κατακρατώντας θερμότητα και υγρασία η οποία επικάθεται πάνω στις μεταλλικές επιφάνειες

εναλλαγής θερμότητας. Όταν μετά αυτό το τμήμα του περιστροφικού εναλλάκτη βρεθεί στο ρεύμα του ψυχρού αέρα, μέσω της διαδικασίας της περιστροφής, τότε, τη θερμότητα καθώς και την υγρασία που είχε πάρει από το θερμό ρεύμα του αέρα, θα την αποδώσει στο ψυχρό ρεύμα.



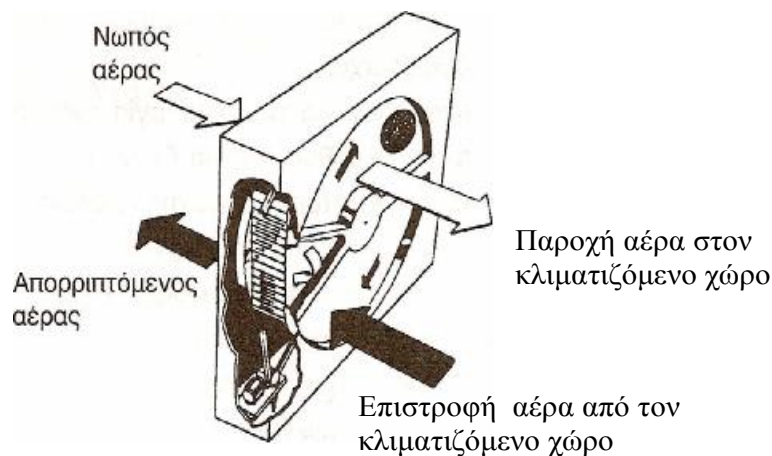
Σχήμα 2.12: Εξωτερική εμφάνιση περιστροφικού εναλλάκτη

Το υλικό των τροχών των περιστροφικών εναλλακτών είναι συνήθως από αλουμίνιο ή κάποιο συνθετικό υλικό. Δημιουργούνται οδοί διέλευσης πάνω στην επιφάνεια του τροχού (εξαγωνικές, τριγωνικές ή άλλες), που συνήθως έχουν άνοιγμα 1,5-2 mm. Είναι απαραίτητο να προτάσσονται φίλτρα αέρα και στα δύο ρεύματα για να διατηρούνται οι δίοδοι του αέρα καθαρές.

Ο τυπικός βαθμός απόδοσης τους είναι $\eta = 55-85\%$, όπως ακριβώς συμβαίνει και με τους πλακοειδείς εναλλάκτες. Έχουν όμως το μειονέκτημα ότι χρειάζονται σοβαρή συντήρηση, σε αντίθεση με τους πλακοειδείς που δεν έχουν ανάγκη από καμία σχεδόν συντήρηση.

Το μεγάλο πλεονέκτημα τους, έναντι των πλακοειδών εναλλακτών θερμότητας, είναι ότι μπορούν να εναλλάσσουν και την υγρασία που περιέχεται στο θερμότερο από τα δύο ρεύματα του αέρα. Η αφύγρανση του θερμού ρεύματος και η μεταφορά της αφαιρούμενης υγρασίας στο ψυχρό, γίνεται από μόνη της, αν η θερμοκρασία του ψυχρού ρεύματος

αέρα είναι μικρότερη από τη θερμοκρασία δρόσου του θερμού ρεύματος και δεν υπάρχει τρόπος για να την αποφύγουμε (αν τυχόν, για κάποιο λόγο, δεν θέλουμε να γίνει). Η κατάσταση αυτή είναι η τυπική κατάσταση που επικρατεί το χειμώνα. Όμως αφύγρανση μπορεί να γίνεται πάντοτε, ακόμη και το καλοκαίρι, αν χρησιμοποιηθεί ο ειδικός υγροσκοπικός τροχός.

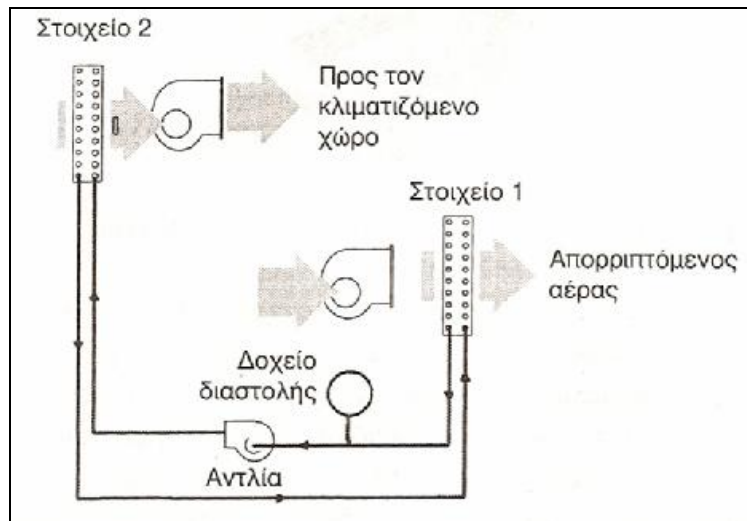


Σχήμα 2.13: Λειτουργία περιστροφικού εναλλάκτη

1.2.8 Εναλλάκτες αέρος-αέρος με τη συνεργασία δύο στοιχείων

Οι δύο τύποι εναλλακτών αέρος-αέρος (πλακοειδής και περιστρεφόμενοι), έχουν πολύ καλές αποδόσεις, αλλά παρουσιάζουν το μειονέκτημα ότι θα πρέπει να φέρουμε τα δύο ρεύματα αέρα πολύ κοντά μεταξύ τους. Όταν αυτό δεν είναι δυνατόν μπορεί να γίνει εξοικονόμηση ενέργειας με τη συνδυασμένη λειτουργία δύο στοιχείων.

Ο συνδυασμός των δύο στοιχείων για τη δημιουργία ενός εναλλάκτη αέρος-αέρος ονομάζεται στα αγγλικά Run-Around Coils και για συντομία θα γραφούμε **RAC**. Δεν υπάρχει αντίστοιχη επιτυχής απόδοση του όρου στα ελληνικά.



Σχήμα 2.14: Αρχή της λειτουργίας του συστήματος Run-Around Coils

Η βασική αρχή λειτουργίας του συστήματος RAC φαίνεται στο σχήμα (2.14). Το ένα στοιχείο παραλαμβάνει τη θερμότητα από το θερμό ρεύμα του αέρα και την αποδίδει, μέσω ενός κλειστού κυκλώματος νερού, σε ένα άλλο στοιχείο που βρίσκεται στο ψυχρό ρεύμα του αέρα. Και είναι προφανές ότι το σύστημα αυτό δεν μπορεί να παρακρατήσει υγρασία.

Το σύστημα RAC είναι χαμηλού κόστους και ευέλικτο, αλλά έχει σχετικά χαμηλό βαθμό απόδοσης που σπάνια υπερβαίνει το $\eta = 55\%$. Και φυσικά αυτή την τιμή του βάρους απόδοσης, τη συναντάμε όταν και τα δύο στοιχεία είναι καινούρια και καθαρά από σκόνη και σκουριές.

1.2.9 Προσδοκώμενος βαθμός απόδοσης από ένα εναλλάκτη εξοικονόμησης ενέργειας

Οι βαθμοί απόδοσης των εναλλακτών εξοικονόμησης ενέργειας, δίνονται από καταλόγους, διαγράμματα κλπ. Αλλά όλα αυτά τα στοιχεία βασίζονται στην παραδοχή ότι πρόκειται για καινούρια μηχανήματα. Το πρόβλημα είναι τι θα αποδώσουν αυτά τα μηχανήματα όταν, αναπόφευκτα, θα έχουν συγκρατήσει αρκετή σκόνη (όσο καλά και αν είναι τα φίλτρα που θα τους προστατεύουν, κάποια ποσότητα ψιλής σκόνης θα περνάει).

Επίσης, με την πάροδο του χρόνου, οι επιφάνειες εναλλαγής θερμότητας σκουριάζουν και μειώνεται η τιμή του ολικού συντελεστή μεταφορά θερμότητας.

Στην πράξη, μετά από ένα χρονικό διάστημα οι βαθμοί απόδοσης πέφτουν σημαντικά. Καλό είναι λοιπόν να μην είμαστε υπεραισιόδοξοι. Ένας τελικός βαθμός απόδοσης της τάξεως του 50% στους πλακοειδείς και τους περιστροφικούς εναλλάκτες ή της τάξεως του 40% στα RAC, μετά από μερικά χρόνια λειτουργίας, θα πρέπει να θεωρείται απόλυτα ικανοποιητικός. Δυστυχώς, η εξοικονόμηση ενέργειας δεν μπορεί να υπερβεί κάποια εφικτά όρια.

1.3 ΦΙΛΤΡΑ

1.3.1 Γενικά

Ένας από τους πέντε στόχους του κλιματισμού είναι και η καθαρότητα του αέρα που προσάγουμε στον κλιματιζόμενο χώρο. Ακόμη και αν οι υπόλοιποι στόχοι του κλιματισμού ικανοποιούνται πλήρως (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα του αέρα στο χώρο των ατόμων και στάθμη θορύβου), δεν θα μπορούσαμε να μιλάμε για άνεση στον κλιματιζόμενο χώρο, αν δεν φροντίζαμε για την καθαρότητα του προσαγόμενου αέρα.

Ο καθαρισμός του αέρα ή φιλτράρισμα, όπως είναι γνωστό, γίνεται με τα φίλτρα αέρα. Παρά την ποιότητα και την ποικιλία των φίλτρων που μπορεί να συναντήσει κανείς στην αγορά, μόνο το 75% έως 90% των ξένων σωμάτων, εκτός από τα απόλυτα φίλτρα που φθάνουν το 99% και τοποθετούνται στα χειρουργεία, σε ειδικά εργαστήρια κ.λ.π., μπορούν να αφαιρεθούν από τον αέρα των συστημάτων κλιματισμού.

Τα ξένα σώματα που περιλαμβάνονται στον αέρα του περιβάλλοντος,

διακρίνονται σε στερεά, υγρά και αέρια. Τέτοια σώματα, που συνήθως συναντώνται στον ατμοσφαιρικό αέρα, είναι η σκόνη, μικροσκοπικά τεμάχια ελαστικού, μικροσκοπικές ίνες υφάσματος, σκόνη άνθρακα από την ατελή καύση καυσίμων (μουντζούρα), βακτηρίδια και άλλοι ζώντες οργανισμοί, αέρια και ατμοί που ελευθερώνονται κατά την λειτουργία των βιομηχανιών κ.λ.π. ακαθαρσίες που μολύνουν τον ατμοσφαιρικό αέρα.

Το μέγεθος των ξένων σωμάτων που συναντά κανείς στον αέρα, ποικίλει από 0,2 micron* που είναι η διάμετρος του μορίου του καπνού του τσιγάρου, μέχρι και της τάξεως των 800 microns, που είναι συνήθως το μέγεθος των μορίων της σκόνης. Τα βακτηρίδια είναι συνήθως μικρότερα των 1 έως 5 microns, ενώ η γύρις των ανθέων κυμαίνεται από 10 έως 150 microns.

Αντιλαμβάνεται κανείς, ότι λόγω της μεγάλης ποικιλίας ειδών και μεγεθών ξένων σωμάτων που υπάρχουν στον αέρα, είναι αδύνατο να κατασκευαστεί ένα φίλτρο που θα είναι κατάλληλο για τον καθαρισμό του αέρα από όλες τις κατηγορίες των ξένων σωμάτων (από σκόνη και φύλλα, μέχρι κάπνα και βακτηρίδια). Για το λόγο αυτό έχουν κατασκευαστεί φίλτρα διαφόρων ειδών, σε μεγάλη ποικιλία, ώστε για κάθε ειδική περίπτωση, να χρησιμοποιείται το κατάλληλο φίλτρο και να έχουμε έτσι το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα .

Η επιλογή του κατάλληλου φίλτρου σε κάθε περίπτωση εξαρτάται από:

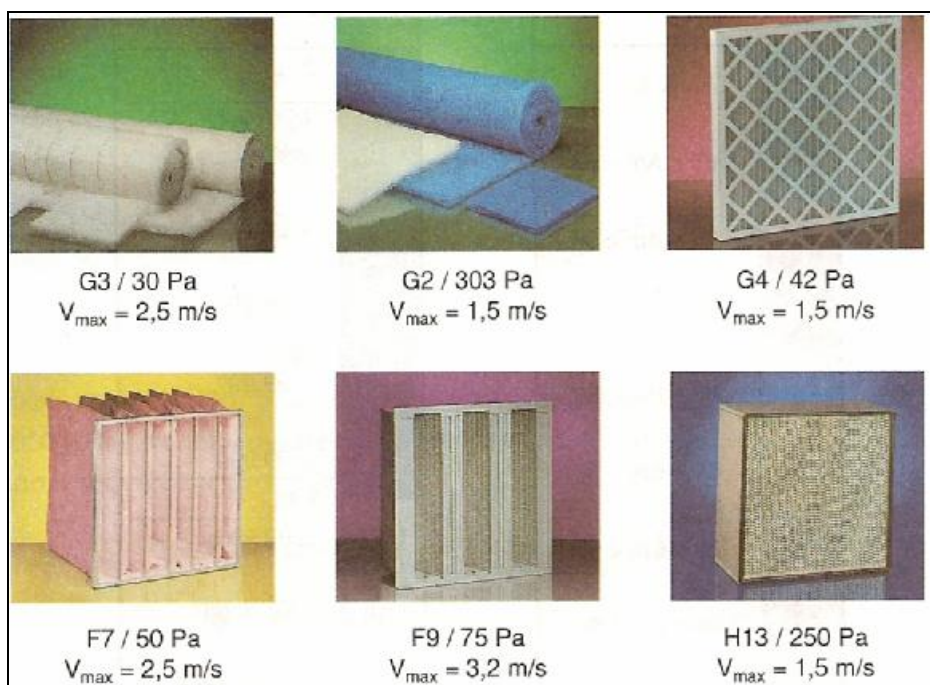
- Τη **μορφή, το μέγεθος και τη "διάταξη"** των σωματιδίων τα οποία πρέπει να απομακρυνθούν από τον αέρα.
- Τη **συγκέντρωση** των σωματιδίων.
- Το **επιθυμητό επίπεδο καθαρισμού** του αέρα.
- Τη **διάταξη καθαρισμού** που θα χρησιμοποιηθεί και τον βαθμό συνεργασίας της με άλλες διεργασίες .
- Το **κόστος** προμήθειας και εγκατάστασής των φίλτρων .
- Το **κόστος** συντηρήσεως.

Η απόδοση του φίλτρου σε συνδυασμό με το αρχικό κόστος (προμήθεια και εγκατάσταση) και το λειτουργικό κόστος (καθαρισμός, αντικατάσταση μερική ή ολική), είναι πάντως οι κύριοι παράγοντες που πρέπει να εξεταστούν πολύ προσεκτικά ..

Η καλή λειτουργία των φίλτρων είναι σημαντικός παράγοντας ανέσεως, αλλά και συχνά αποτελεί ουσιώδη λειτουργική δαπάνη.

Με αφετηρία την ικανότητα συγκρατήσεως σκόνης, συνήθως διακρίνονται τα φίλτρα σε τρεις κατηγορίες

- **Κοινά φίλτρα**, τα οποία συγκρατούν κόκκους σκόνης μεγαλύτερης διατομής των 8 μm ($1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{m}$).
- **Λεπτά φίλτρα**, για συγκράτηση κόκκων διατομής άνω των 0,7 μm .
- **Πολύ λεπτά φίλτρα**, για συγκράτηση κόκκων διατομής κάτω των 0,7 μm .



Σχήμα 3.1: Διάφορα είδη φίλτρων

1.3.2 Είδη φίλτρων αέρα

Τα χρησιμοποιούμενα στον κλιματισμό φίλτρα αέρα διακρίνονται στα ακόλουθα είδη:

- Τα κολλώδη φίλτρα
- Τα ξηρά φίλτρα και
- Τα ηλεκτρονικά φίλτρα.

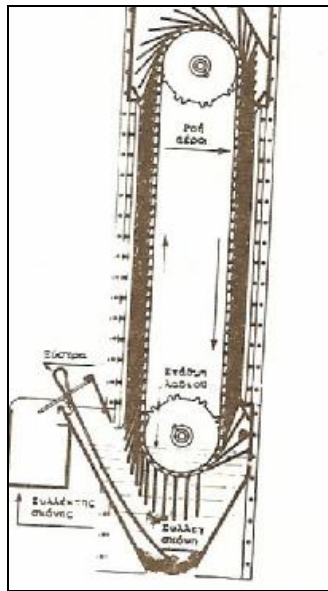
Τα κολλώδη φίλτρα αποτελούνται από αλληπάλληλες επιφάνειες, οι οποίες έχουν εμβαπτιστεί σε ισχυρή κολλώδη ουσία. Καθώς ο αέρας συναντά με μεγάλη ταχύτητα τις διαδοχικές αυτές επιφάνειες, προσκρούει πάνω σ' αυτές με μεγάλη δύναμη με αποτέλεσμα να προσκολλώνται γερά τα ξένα σώματα που περιέχονται στον αέρα. Έτσι ο αέρας όταν περάσει και την τελευταία κολλώδη επιφάνεια, έχει απαλλαγεί από τα ξένα σωματίδια και οδηγείται πλέον καθαρός προς τη συσκευή κλιματισμού.

Τα φίλτρα μίας χρήσεως αντικαθίστανται, όταν φορτωθούν με σκόνη ή άλλα ξένα σώματα και πετάγονται. Δεν μπορούν πλέον να χρησιμοποιηθούν γι' αυτό και λέγονται "μίας χρήσεως"

Τα πλαίσια αυτών των φίλτρων είναι κατασκευασμένα συνήθως από χονδρό χαρτί (cardboard), το δε υλικό μέσω του οποίου πραγματοποιείται το φιλτράρισμα μπορεί να είναι από υλικά όπως: Ίνες φίμπερ Γκλάς, πολύ λεπτές λωρίδες χαλκού ή αλουμινίου, τρίχες ζώων, ίνες από κανάβι, κ.λ.π. άλλα παρεμφερή υλικά. Όλη η επιφάνεια αυτών των υλικών είναι επιχρισμένη με ισχυρή κολλώδη ουσία. Η συγκράτηση των υλικών αυτών γίνεται από πλαστικές ή μεταλλικές εσχάρες.

Τα καθαριζόμενα κολλώδη φίλτρα, είναι ίδιας κατασκευής με τα φίλτρα μιας χρήσεως εκτός από τα πλαίσια, τα οποία, στα φίλτρα αυτά, είναι μεταλλικά. Όταν τα καθαριζόμενα φίλτρα γεμίσουν με σκόνες, τα βγάζουμε και

τα πλένουμε μέσα σε μία δεξαμενή με κατάλληλη διάλυση, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστού. Κατόπιν στεγνώνονται, και εμβαπτίζονται μέσα σε δοχείο με κολλώδη ουσία. Έτσι τα φίλτρα είναι έτοιμα να επαναχρησιμοποιηθούν.



Σχήμα 3.2: Περιστρεφόμενο φίλτρο

Στο σχήμα (3.2) φαίνεται ένα περιστρεφόμενο φίλτρο. Το φίλτρο αυτό αποτελείται από μεταλλικές πλάκες που περιστρέφονται με τη βοήθεια αλυσίδας. Η αλυσίδα κινείται με τη βοήθεια δυο γραναζιών που είναι τοποθετημένα ένα στο άνω μέρος και ένα στο κάτω. Η κίνηση της αλυσίδας αρχίζει, όταν τεθεί σε λειτουργία η εγκατάσταση κλιματισμού.

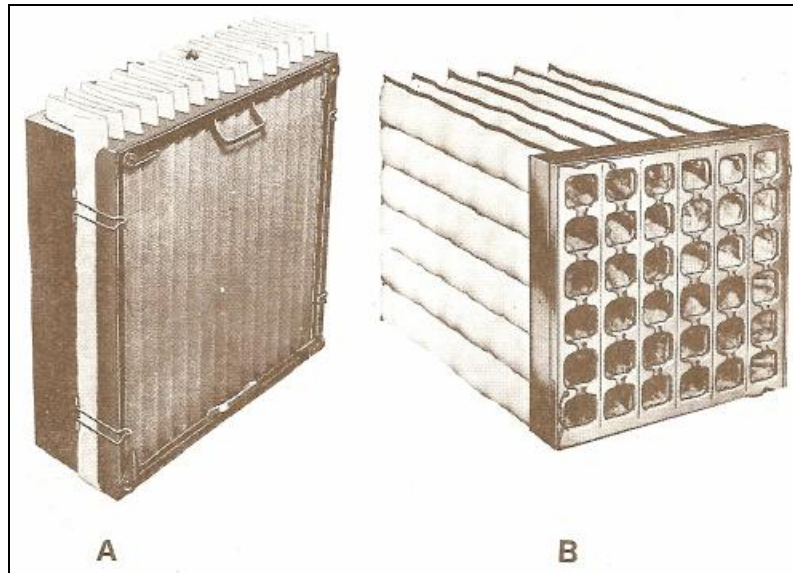
Στο κάτω μέρος της όλης κατασκευής, υπάρχει μία δεξαμενή με κολλώδη ουσία. Έτσι όταν οι μεταλλικές πλάκες του φίλτρου φθάνουν εκεί, αφενός μεν πλένονται και αφήνουν τις διάφορες ακαθαρσίες, αφετέρου εμβαπτίζονται στην κολλώδη ουσία για ένα νέο κύκλο καθαρισμού. Βέβαια η δεξαμενή με την κολλώδη ουσία θα πρέπει να καθαρίζεται κατά συχνά χρονικά διαστήματα.

Τα ξηρά φίλτρα αέρα κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες:

- Στην κατηγορία των σταθερών φίλτρων .

- Στην κατηγορία των κινουμένων ή τύπου ρολού.

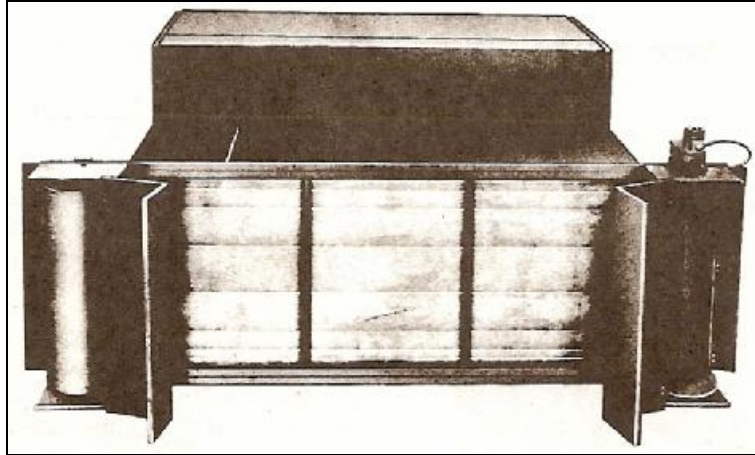
Τα σταθερά φίλτρα περιλαμβάνουν μία μεγάλη ποικιλία, από απόψεως υλικών, μεγεθών και σχημάτων και αποτελούνται συνήθως από ένα πυκνό στρώμα από Fiber glass ή ίνες μαλλιού. Τα φίλτρα αυτά μπορεί να συναντηθούν σαν επίπεδα, σε τύπο "V" και σε τύπο σακούλας όπως φαίνονται στο σχήμα (3.3).



Σχήμα 3.3: A) Φίλτρο τύπου V, B) Φίλτρο τύπου σακούλας

Τα φίλτρα αυτών των τύπων, όταν γεμίσουν με σκόνες, πετάγονται και αντικαθίστανται με άλλα καινούργια.

Τα **κινούμενα** τύπου **ρολού ξηρά φίλτρα**, είναι κατασκευασμένα από τα ίδια υλικά που αναφέραμε στα σταθερά ξηρά φίλτρα και κυκλοφορούν στο εμπόριο σε ρόλους διαφόρων διαστάσεων. Το καρούλι με το φίλτρο τοποθετείται σε ειδική υποδοχή τού όλου συγκροτήματος και ξετυλίγεται από το γεμάτο καρούλι στο άδειο όπως φαίνεται στο σχήμα (3.4).



Σχήμα 3.4: Κινούμενα τύπου ρολού ξηρά φίλτρα

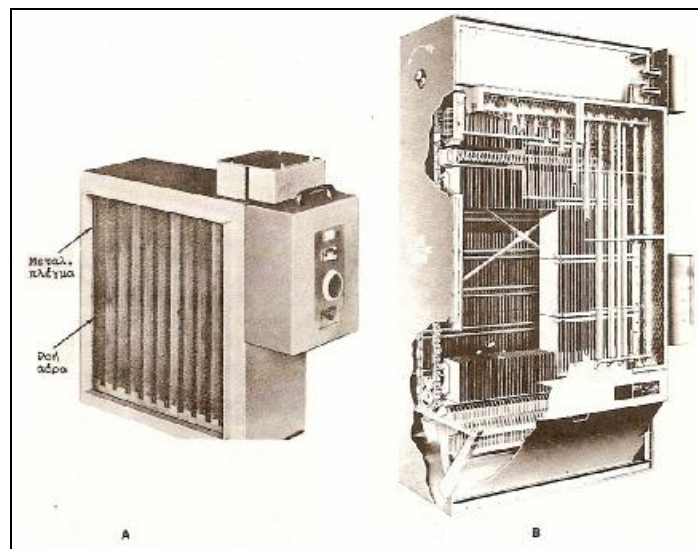
Η κίνηση τού φίλτρου μπορεί να είναι συνεχής μέσω ενός μικρού ηλεκτροκινητήρα που στρέφει το καρούλι με πάρα πολύ μικρή ταχύτητα. Δυνατόν όμως η κίνηση της αλλαγής του φίλτρου να γίνει και με χειροκίνητο μοχλικό σύστημα, όταν το φίλτρο γεμίσει με σκόνες.

Στις μοντέρνες εγκαταστάσεις κλιματισμού η κίνηση της αλλαγής του φίλτρου, γίνεται αυτόματα με ηλεκτρονικό σύστημα που λειτουργεί με βάση τη διαφορά πίεσεως που δημιουργείται μεταξύ των δυο πλευρών του φίλτρου, όταν αρχίσει να σχηματίζεται κάποιο στρώμα σκόνης στην πλευρά της εισόδου του αέρα. Όταν το φίλτρο γεμίσει με ξένα σώματα, η πτώση πίεσεως αυξάνεται σ' αυτό και επομένως η διαφορά πίεσεως μεταξύ των δύο πλευρών γίνεται μέγιστη. Συνήθως η αλλαγή του φίλτρου γίνεται, όταν η διαφορά πίεσεως μεταξύ των δύο πλευρών του φίλτρου ξεπεράσει την 0,5 (in) Υδατ. στήλης. Τότε, μέσω ενός λεπτού ηλεκτρονικού συστήματος, δίνεται εντολή στο μοτέρ, που περιστρέφει το καρούλι του φίλτρου, να περιστραφεί. Το μοτέρ περιστρέφεται τόσο, όσο χρειάζεται για να αντικατασταθεί το γεμάτο με σκόνες παλιό κομμάτι τού φίλτρου με νέο, που ξετυλίχτηκε από το καρούλι του καθαρού φίλτρου.

Σ' αυτού του είδους τα φίλτρα, που συναντώνται σε μέσες και μεγάλες εγκαταστάσεις κλιματισμού, δεν χρειάζεται καμιά παρακολούθηση από το συντηρητή αφού η αλλαγή πραγματοποιείται αυτόματα. Μόνο όταν τελειώσει

το ρολό του φίλτρου ειδοποιείται ο συντηρητής να αντικαταστήσει το παλιό ρολό με ένα νέο.

Τα **ηλεκτρονικά φίλτρα** είναι πιθανώς τα πλέον αποτελεσματικά από όλα τα είδη των φίλτρων που έχουν κατά καιρούς επινοηθεί, το γεγονός όμως του μεγάλου κόστους αγοράς και λειτουργίας τους εμποδίζει την ευρεία χρήση τους. Εν τούτοις, όπου η καθαρότητα του αέρα είναι σπουδαίος παράγων για τον κλιματιζόμενο χώρο, προτιμάται η χρήση των ηλεκτρονικών φίλτρων αέρα.



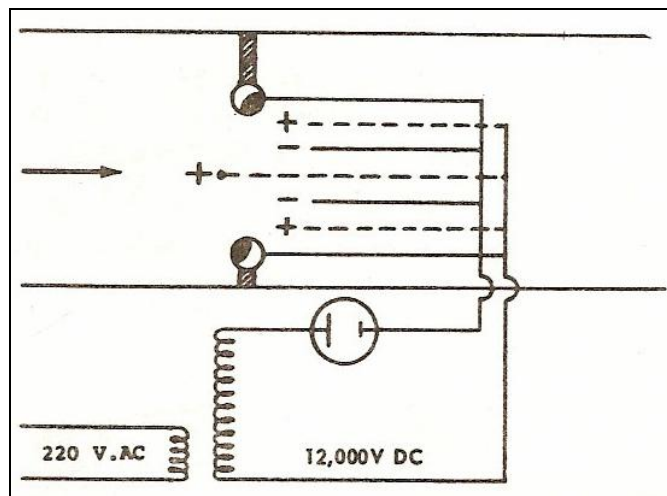
Σχήμα 3.5: Ηλεκτρονικά φίλτρα

Το σχήμα (3.5A) παρουσιάζει την εξωτερική εμφάνιση ενός ηλεκτρονικού φίλτρου αέρα.

Συνήθως ο αέρας φιλτράρεται πρώτα από κοινά φίλτρα για τη συγκράτηση των σχετικά μεγάλων σωματιδίων και κατόπιν οδηγείται στα ηλεκτρονικά φίλτρα για τον τέλειο καθαρισμό του.

Ο αέρας οδηγούμενος στο ηλεκτρονικό φίλτρο αναγκάζεται να περάσει από ένα ισχυρά ιονισμένο πεδίο. Το πεδίο αυτό εξασφαλίζεται από μία υψηλή τάση συνεχούς ρεύματος της τάξεως των 12.000 V,

Τα διάφορα σωματίδια που περιέχει ο αέρας, όταν βρεθούν στο ιονισμένο πεδίο φορτίζονται θετικά. Όταν στη συνέχεια συναντήσουν τις αρνητικά φορτισμένες πλάκες του φίλτρου, έλκονται από αυτές γιατί φέρουν αντίθετο ηλεκτρικό φορτίο. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η συγκράτηση κάθε ίχνους ξένων σωμάτων, με αποτέλεσμα να πετυχαίνουμε ένα τέλειο φιλτράρισμα του αέρα. Στο σχήμα (3.6) φαίνεται ένα απλό ηλεκτρικό διάγραμμα ενός ηλεκτρονικού φίλτρου αέρα. Διακρίνουμε έναν μετασχηματιστή 220V/12000V, ένα ανορθωτικό σύστημα που μετατρέπει το εναλλασσόμενο σε συνεχές της αυτής τάσεως και ένα σύνολο θετικών και αρνητικών πλακών.



Σχήμα 3.6: Ηλεκτρικό διάγραμμα ενός ηλεκτρονικού φίλτρου

Οι αρνητικές πλάκες, που ονομάζονται και συλλέκτες των ακαθαρσιών, σε πολλούς τύπους ηλεκτρονικών φίλτρων, επαλοίφονται με κολλώδη ουσία για την καλύτερη συγκράτηση των σωματιδίων που έλκονται πάνω σ' αυτές. Καθαρίζονται δε κατά τακτικά χρονικά διαστήματα, ανάλογα του πόσο ακάθαρτος είναι ο αέρας που φιλτράρεται ή ανάλογα με τις οδηγίες του κατασκευαστού.

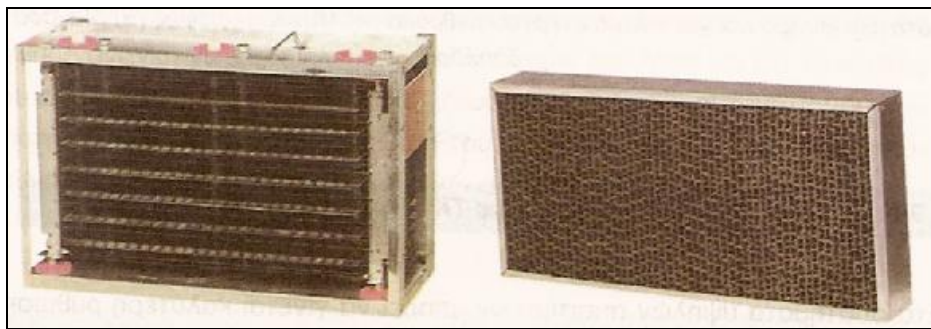
Άλλα είδη φίλτρων

Τα **φίλτρα νερού** αποτελούν συνήθως μια ολόκληρη εγκατάσταση στην οποία αναγκάζουμε τον αέρα να περάσει από ένα χώρο που ψεκάζεται με

άφθονο νερό.

Δυο μειονεκτήματα αυτών των φίλτρων, είναι ότι απαιτούν εγκατάσταση τροφοδοτήσεως και αποχετεύσεως νερού και ότι δεν μπορούν να πετύχουν τέλειο καθαρισμό του αέρα. Τούτο συμβαίνει γιατί πολλά από τα ξένα σώματα του αέρα, όπως τα μόρια άνθρακα, του γράσου κ.λ.π., δεν ποτίζονται με νερό (δεν μουσκεύονται) και επομένως δεν είναι δυνατόν να συγκρατηθούν από τα φίλτρα αυτού του είδους.

Τα **φίλτρα άνθρακα** κατασκευάζονται από ενεργό άνθρακα και συγκρατούν στερεά σωματίδια και σκόνες, αλλά και ενοχλητικές οσμές που προκαλούνται από αέρια ή βακτηρίδια. Όταν ο ενεργός άνθρακας φίλτρου κορεστεί, τον αντικαθιστούμε με άλλον ή τον ενεργοποιούμε πάλι, τοποθετώντας τον σε φούρνο θερμοκρασίας 500°C .



Σχήμα 3.7: Μεγάλου μεγέθους ηλεκτροστατικό φίλτρο και φίλτρο ενεργού άνθρακα

1.4 ANEMISΤΗΡΕΣ

Κάθε προσπάθεια αερισμού σύμφωνα με προδιαγραφές ή κλιματισμού (θέρμανση ή δροσισμός) σε διάφορους χώρους, βασίζεται

αναγκαστικά σε εξαναγκασμένη (βεβιασμένη) κίνηση ποσοτήτων αέρα προς κατάλληλες κατευθύνσεις, δεδομένων θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών και με προκαθορισμένη παροχή.

Για τη ροή του αέρα χρησιμοποιούνται οι αεραγωγοί και για την αναγκαία δημιουργία υποπίεσεως ή υπερπίεσεως χρησιμοποιούνται ανεμιστήρες

1.4.1. Βασικές αρχές λειτουργίας και διάκριση ανεμιστήρων

Οι ανεμιστήρες είναι αντλίες (στροβιλομηχανές) που μπορούν να αναπτύσσουν πιέσεις μέχρι και 3 m Σ.Ν. ($\approx 30.000 \text{ Pa} \approx 0,3 \text{ bar}$).

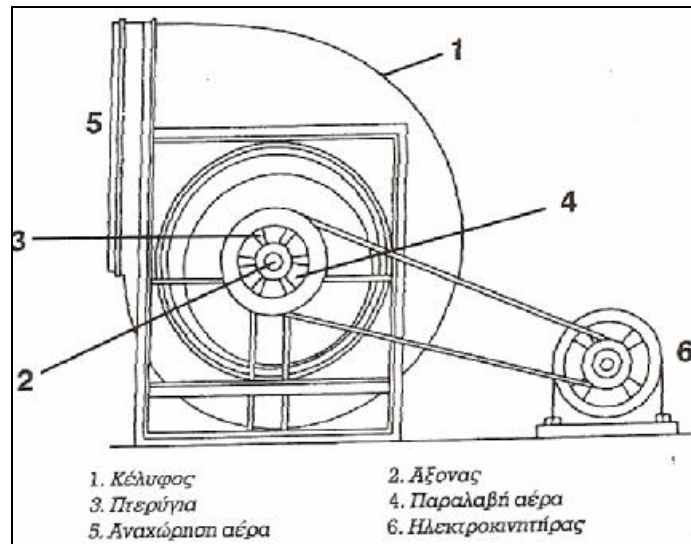
Κάθε ανεμιστήρας αποτελείται από το περίβλημα (κέλυφος), ένα στρεφόμενο άξονα, την περωτή, η οποία στηρίζεται στον άξονα και στηρίζει τα πτερύγια (στροφέιο), το σύστημα εισαγωγής και το σύστημα αναχώρησης του αέρα. Τα στρεφόμενα πτερύγια δημιουργούν υποπίεση στην εισαγωγή και υπερπίεση στην αναχώρηση του αέρα.

Οι ανεμιστήρες, αν και παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές στα κατασκευαστικά τους στοιχεία, διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες, τους **φυγοκεντρικούς** και τους **αξονικούς**.

Στον κλιματισμό χρησιμοποιούνται κυρίως οι φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες και λιγότερο οι αξονικοί. Αντίθετα, στις περιπτώσεις εξαερισμού χώρων, κυριαρχούν οι αξονικοί, τόσο στους μικρούς χώρους των κατοικιών και γραφείων, όσο και στη βιομηχανία.

Οι φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες συνδυάζονται σχεδόν πάντοτε με δίκτυο αεραγωγών. Τοποθετούνται στην αναχώρηση κλιματισμένου αέρα, τον οποίο ωθούν προς τους χώρους δημιουργώντας υπερπίεση. Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την αναρρόφηση αέρα (π.χ. δημιουργία υποπίεσεως στα δίκτυα απομακρύνσεως "μολυσμένου" αέρα).

Οι αξονικοί ανεμιστήρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο σε συνδυασμό με αεραγωγό, όσο και σε ένα απλό άνοιγμα της δομικής κατασκευής (π.χ. τοίχος ή και κούφωμα ή τζάμι σε πολύ μικρές παροχές). Αναρροφούν αέρα και τον απορρίπτουν στο περιβάλλον, δημιουργώντας μικρή υποπίεση στον χώρο, ώστε να προκληθεί διείσδυση νωπού αέρα.



Σχήμα 4.1 : Τυπική μορφή φυγοκεντρικού ανεμιστήρα και κύρια στοιχεία του

Οι αξονικοί ανεμιστήρες με ελικοειδή πτερύγια, είναι κατάλληλοι για σχετικά μεγάλες παροχές αέρα, υπό μικρή στατική πίεση, σε περιπτώσεις κατά τις οποίες η προκύπτουσα υψηλή στάθμη θορύβου είναι θέμα δευτερεύουσας σημασίας. Ένα χαρακτηριστικό των αξονικών ανεμιστήρων είναι ότι η κατεύθυνση εισόδου και εξόδου του αέρα βρίσκονται σε ευθεία γραμμή.

Στους φυγοκεντρικούς (ή ακτινικούς) ανεμιστήρες, η κατεύθυνση της ροής του αέρα διαφοροποιείται κατά 90° . Η είσοδος του αέρα πραγματοποιείται κάθετα προς τη διεύθυνση εισόδου.

Ανάλογα με την παρεχόμενη από τους ανεμιστήρες πίεση, διακρίνονται σε χαμηλής πίεσεως (μέχρι 100 mm Σ.Ν.), μέσης πίεσεως

(100 - 250 mm Σ.Ν.) και υψηλής πίεσεως (250 - 1500 mm Σ.Ν.).

1.4.2 Φυγοκεντρικοί Ανεμιστήρες

Όπως ήδη αναφέρθηκε, κύριο χαρακτηριστικό των φυγοκεντρικών ανεμιστήρων είναι η διαφοροποίηση κατά 90° της πορείας του αέρα μεταξύ εισόδου και εξόδου. Βασικό προσόν των φυγοκεντρικών (ή ακτινικών) ανεμιστήρων, είναι η ικανότητά τους να επιτυγχάνουν μεγάλες παροχές αέρα και υψηλές στατικές πιέσεις, υπό σχετικά χαμηλή στάθμη θορύβου.

Κύρια κατασκευαστικά χαρακτηριστικά των φυγοκεντρικών ανεμιστήρων είναι το κέλυφος, η βάση (ή πλαίσιο στηρίξεως), η περωτή και το σύστημα κινήσεως.

Ως προς το σύστημα κινήσεως εφαρμόζονται τρεις τρόποι:

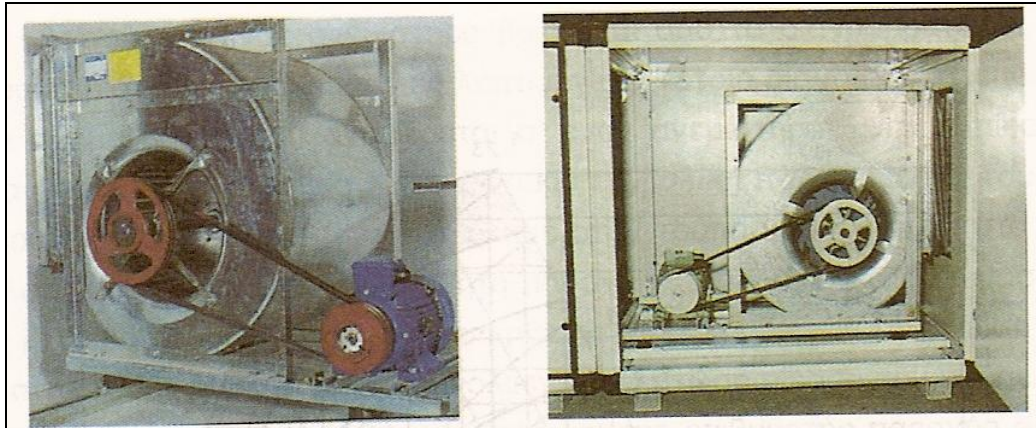
α. Απ' ευθείας κίνηση, με άμεση σύνδεση του ηλεκτροκινητήρα στον άξονα της περωτής.

β. Λυόμενη Σύνδεση (παρεμβολή "κόπλερ") του ηλεκτροκινητήρα στον άξονα της περωτής.

γ. Μετάδοση κινήσεως με την παρεμβολή τροχαλιών και ιμάντων.

Την κίνηση συνήθως εξασφαλίζουν ηλεκτροκινητήρες. Σε σπάνιες περιπτώσεις (π.χ. μεγάλες ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις), μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλου τύπου κινητήριες μηχανές

Μια ακόμη διάκριση των ανεμιστήρων βασίζεται στην αναρρόφηση του αέρα. Όταν υπάρχει ένα κυκλικό στόμιο αναρροφήσεως από τη μία πλευρά, έχουμε ανεμιστήρες απλής αναρροφήσεως. Όταν και από τις δύο πλευρές γίνεται αναρρόφηση, έχουμε ανεμιστήρες διπλής αναρροφήσεως.



Σχήμα 4.2: Διατάξεις ανεμιστήρα-κινητήρα

Μία άλλη διάκριση σχετίζεται με την αναχώρηση (στόμιο εκροής) του αέρα και την κατεύθυνση της περιστροφής. Οι μοίρες της γωνίας την οποία σχηματίζει η διεύθυνση ροής (άξονας του στομίου εξόδου) με την οριζόντια διεύθυνση, καθορίζουν τη γωνία του στομίου. Για τον καθορισμό της "θέσεως στομίου", ο παρατηρητής πρέπει να βρίσκεται από την πλευρά του συστήματος κινήσεως (τροχαλίες, ιμάντες).

Ο ανεμιστήρας χαρακτηρίζεται δεξιόστροφος ή "δεξιός", όταν η φορά περιστροφής συμπίπτει με την κίνηση των δεικτών του ωρολογίου. Ανάλογα ισχύει χαρακτηρισμός για αριστερόστροφους ή "αριστερούς" ανεμιστήρες.

Ιδιαίτερα αξιοπαρατήρητη στους φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες είναι η λεγόμενη "γλώσσα", που βρίσκεται στο στόμιο εξόδου. Η μεγάλη σημασία της θέσεως της γλώσσας - και επομένως του σχήματος του τμήματος εξόδου του αέρα από τον ανεμιστήρα - γίνεται φανερό από το γεγονός ότι ο αέρας, που κατευθύνεται με μεγάλη ταχύτητα προς το

στόμιο εξαγωγής, παρουσιάζει μεγάλη κινητική ενέργεια, ένα σημαντικό ποσοστό της οποίας πρέπει να μετατραπεί σε δυναμική ενέργεια, που πρόκειται να αντιμετωπίσει τις αντιστάσεις των συσκευών και αεραγωγών.

Η μορφή των περυγίων του ρότορα (στροφείο ή περωτή) και η διάταξή τους, αποτελούν εξαιρετικά σημαντικό κατασκευαστικό και λειτουργικό χαρακτηριστικό των ανεμιστήρων, οι οποίοι διακρίνονται:

α. Ανεμιστήρες με περύγια με "κλίση εμπρός" (Forward Curved Fans)

β. Ανεμιστήρες με περύγια με "κλίση προς τα πίσω" (Backward Inclined Fans), και

γ. Ανεμιστήρες με αεροδυναμικά περύγια (Airfoil Fans).

1.4.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Για τη μελέτη των λειτουργικών χαρακτηριστικών των ανεμιστήρων, είναι ανάγκη να διευκρινιστούν μερικές βασικές έννοιες:

Παροχή του ανεμιστήρα (σε CFM ή m^3/h): Είναι ο όγκος του αέρα που παρέχεται από τον ανεμιστήρα στη μονάδα του χρόνου. Στους υπολογισμούς λαμβάνεται σαν βάση αέρας πυκνότητας $0,075 \text{ lb/ft}^3$, εκτός αν δηλώνεται κάτι διαφορετικό.

Στατική Πίεση (Static Pressure - SP): Είναι η πίεση του αέρα, είτε αυτός βρίσκεται σε κίνηση, είτε περιορίζεται σε κλειστό αεραγωγό.

Εκφράζεται σε mm Στήλης Νερού (mm Σ.Ν). Στο αγγλοσαξονικό σύστημα χρησιμοποιείται σαν μονάδα η ίντσα στήλης ύδατος (1 in WG = 25,4 mm Σ.Ν). Πιο απλά, η στατική πίεση είναι η δυναμική ενέργεια που παρέχει ο ανεμιστήρας και η οποία απαιτείται για την αντιμετώπιση των τριβών και των αντιστάσεων στη ροή, εξ αιτίας των στοιχείων του συστήματος. Η στατική πίεση αναφέρεται στη βιβλιογραφία και σαν στατικό ύψος του ανεμιστήρα, αντίσταση του συστήματος ή στατικό ύψος του συστήματος.

Κινητική πίεση (Velocity Pressure - VP): Η πίεση που παρέχει ο ανεμιστήρας μόνον όταν ο αέρας βρίσκεται σε κίνηση. Ασκείται πάντοτε προς τη διεύθυνση ροής. Για παράδειγμα, αέρας που κινείται με ταχύτητα 4.000 FPM (FPM = ft/min) θα ασκεί πίεση 1 in WG σε ένα σταθερό αντικείμενο που βρίσκεται στη διαδρομή του αέρα. Η σχέση αυτή είναι πολύ χρήσιμη και καλό είναι να τη γνωρίζει κάθε τεχνικός κλιματισμού. Η αντίστοιχη κινητική πίεση για οποιαδήποτε άλλη ταχύτητα ροής του αέρα υπολογίζεται εύκολα, καθώς είναι ανάλογη με το τετράγωνο της ταχύτητας. Έτσι, για ταχύτητα ροής 8.000 FPM, η κινητική πίεση είναι 4 in WG, ενώ για ταχύτητα 2.000 FPM είναι 0,25 in WG.

Ολική πίεση (Total Pressure - TP): Είναι το άθροισμα της στατικής πίεσεως και της κινητικής πίεσεως και εκφράζεται σε mm Σ.Ν (ή σε in WG).

Ταχύτητα εξόδου (Outlet Velocity - OV): Η παροχή του ανεμιστήρα (σε CFM) διαιρούμενη με την εσωτερική διατομή της εξόδου του (ή αλλιώς της διατομής καταθλίψεως), εκφρασμένης σε ft², δίδει την ταχύτητα εξόδου του αέρα από τον ανεμιστήρα, σε ft ανά λεπτό (feet per minute - FPM - 1 FPM = 0,00508 m/s).

Απορροφούμενη ισχύς (Brake Horsepower - BHP). Η παροχή ισχύος στον ανεμιστήρα, ή αλλιώς η ισχύς που πρέπει να αποδοθεί στον άξονα

του ανεμιστήρα για να εξασφαλιστεί η επιθυμητή παροχή και πίεση.

Στατικός βαθμός αποδόσεως (Static Efficiency - SE). Δεν είναι ο πραγματικός μηχανικός βαθμός αποδόσεως, αλλά ένας απλοποιημένος τρόπος συγκρίσεως ανεμιστήρων, καθώς τα περισσότερα στοιχεία αποδόσεως ανεμιστήρων που διατίθενται σήμερα, αφορούν τον στατικό και όχι τον ολικό βαθμό αποδόσεως.

Υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\text{Στατικός βαθμός αποδόσεως} = \frac{0,000157 \times CFM \times \Sigma\text{statik\acute{h}}_p\acute{i}esh}{A\text{porrofo } \acute{u}menh _ Isc\acute{o}V}$$

Ολικός βαθμός αποδόσεως (Total Efficiency - ME). Ο πραγματικός βαθμός αποδόσεως του ανεμιστήρα, είναι ο λόγος της ισχύος που αποδίδεται από τον ανεμιστήρα προς την ισχύ που απορροφάται από αυτόν.

Υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\text{Ολικός βαθμός αποδόσεως} = \frac{0,000157 \times CFM \times O\text{lik\acute{h}}_p\acute{i}esh}{A\text{porrofo } \acute{u}menh _ Isc\acute{o}V}$$

Η κινητική πίεση στην έξοδο του ανεμιστήρα πρέπει να υπολογιστεί και να προστεθεί στη στατική πίεση για τον υπολογισμό της ολικής πιέσεως, που εισάγεται στην προηγούμενη σχέση. Συνήθως υπάρχουν κατάλογοι που αναγράφουν τις ταχύτητες εξόδου, αλλά μπορούν να υπολογιστούν όπως περιγράφηκε και ανωτέρω.

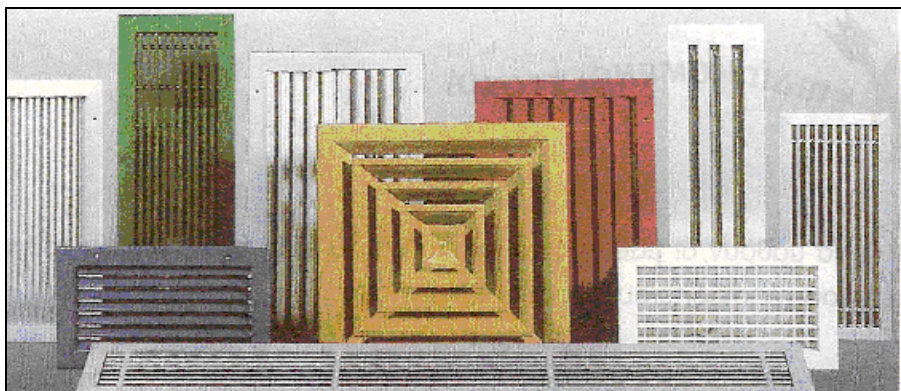
1.5 ΣΤΟΜΙΑ

1.5.1 Γενικά

Σκοπός της προσαγωγής κλιματισμένου αέρα σ' έναν κλιματιζόμενο χώρο, είναι να δημιουργήσει τον κατάλληλο συνδυασμό **θερμοκρασίας, υγρασίας και**

κίνησης του αέρα στη «ζώνη» που ζουν ή εργάζονται οι άνθρωποι (δηλαδή σε ύψος 1,80 έως 2 m περίπου από το δάπεδο). Με τον παραπάνω συνδυασμό των στοιχείων του προσαγόμενου αέρα, επιδιώκουμε τη δημιουργία **συνθηκών άνεσης** στη ζώνη του χώρου που δραστηριοποιείται ο άνθρωπος.

Η ASHRAE ονομάζει «**άνεση**», την κατάσταση κατά την οποία οι συνθήκες ενός κλιματιζόμενου χώρου ικανοποιούν πάνω από το 80% των ανθρώπων. Βέβαια, η αίσθηση της άνεσης, όπως αυτή ορίστηκε πιο πάνω, αναφέρεται σε άτομα με μέση δραστηριότητα, μέσο ντύσιμο και για ταχύτητα αέρα στο χώρο μικρότερη του 0,25 m/s. Όμως, ο αέρας που φτάνει στα στόμια παροχής από τους αεραγωγούς, είναι πολύ μεγαλύτερης ταχύτητας από αυτή που επιτρέπεται στη ζώνη άνεσης του κλιματιζόμενου όρου. Έτσι, τα στόμια, εκτός των άλλων παίζουν και το ρόλο ρυθμιστή ταχύτητας εξόδου του αέρα από αυτά.



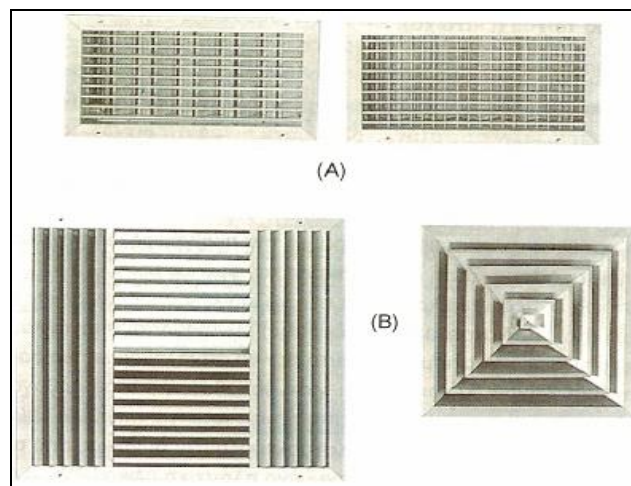
Σχήμα 5.1: Στόμια διαφόρων τύπων από ανοδιωμένο αλουμίνιο

Εκτός των στομίων παροχής, σε μια πλήρη εγκατάσταση κλιματισμού συναντούμε και **στόμια επιστροφής** που τοποθετούνται στο δίκτυο επιστροφής και εξαερισμού. Επίσης, θα πρέπει εδώ να αναφερθούν και τα στόμια **φρέσκου (νωπού) αέρα**. Όλα τα παραπάνω αναφερθέντα είδη στομίων θα περιγραφούν χωριστά στις επόμενες παραγράφους.

1.5.2 Στόμια προσαγωγής κλιματισμού αέρα

Για την ομοιόμορφη κατανομή του κλιματισμένου αέρα στο κλιματιζόμενο χώρο χρησιμοποιούνται τα στόμια προσαγωγής. Με τη σωστή τοποθέτηση των στομιών προσαγωγής στο χώρο, αφενός ελέγχεται **το ποσό (ή η μάζα)** που απαιτεί ο χώρος και αφετέρου **η ταχύτητα** με την οποία ο αέρας φτάνει στο χώρο. Επίσης, ρυθμίζεται και η κατεύθυνση του κλιματισμένου αέρα, ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη δυνατή ισοκατανομή του αέρα στο χώρο και να αποφεύγεται έτσι η δημιουργία “νεκρών ζωνών”.

Νεκρές ζώνες, ονομάζουμε τα σημεία ενός κλιματιζόμενου χώρου στα οποία δεν φτάνει κλιματισμένος αέρας και επομένως δεν κλιματίζονται επαρκώς. Στις νεκρές ζώνες δεν έχουμε ποτέ την άνεση των υπολοίπων χώρων που κλιματίζονται και γι' αυτό θα πρέπει να αποφεύγονται.



Σχήμα 5.2: Συνήθεις τύποι στομιών προσαγωγής κλιματισμένου αέρα

A. Στόμια τοίχου (επίτοιχα). B. Στόμια οροφής

Η ταχύτητα με την οποία ο αέρας εξέρχεται από τα στόμια προσαγωγής, είναι ένα άλλο πολύ σπουδαίο στοιχείο για τη δημιουργία των **συνθηκών άνεσης** που απαιτείται από κάθε εγκατάσταση κλιματισμού. Η ταχύτητα με την οποία ο κλιματισμένος αέρας εξέρχεται από τα στόμια θα πρέπει να είναι τέτοια, ώστε η ταχύτητα του στο επίπεδο παραμονής και εργασίας των

ανθρώπων στον κλιματιζόμενο χώρο να μην υπερβαίνει τα **0,25 m/s**. Ταχύτητες αέρα σε χώρο που ζουν άνθρωποι, μεγαλύτερες των 0,25 m/s, μπορεί να δημιουργήσουν ενοχλητικές καταστάσεις στους ανθρώπους (μετακίνηση χαρτιών από τους χώρους εργασίας, μετακίνηση σκόνης στο χώρο, μικρότερη θερμοκρασία κλπ.). Επίσης, ταχύτητες αέρα στο χώρο, μικρότερες από τα **0,15 m/s**, θα πρέπει να αποφεύγονται, γιατί δεν ικανοποιούνται οι συνθήκες άνεσης των ανθρώπων που βρίσκονται στο κλιματιζόμενο χώρο. Οι ταχύτητες μετριοούνται στα 3/4 της απόστασης μεταξύ στομίου-τοίχου.

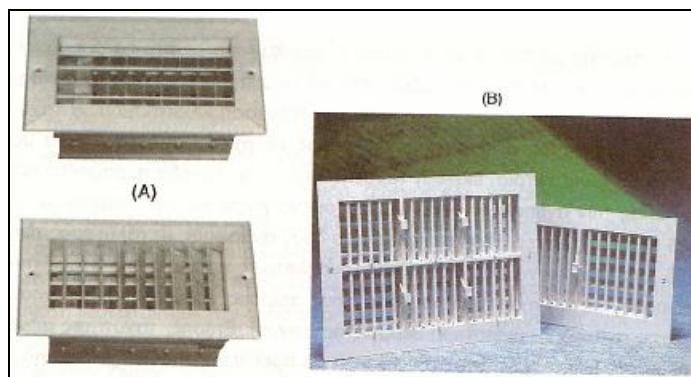
Τα στόμια προσαγωγής που κυκλοφορούν στην αγορά είναι διαφόρων ειδών, ανάλογα με τα σημεία του χώρου που τοποθετούνται, καθώς και με το σχήμα και τα άλλα τεχνικά χαρακτηριστικά τους. Έτσι έχουμε:

- **Στόμια τοίχου (επίτοιχα).**
- **Στόμια οροφής.**
- **Στόμια δαπέδου.**
- **Στόμια ειδικής κατασκευής ή ειδικών προδιαγραφών.**

Τα στόμια τοίχου και οροφής είναι εκείνα που χρησιμοποιούνται στο μεγαλύτερο ποσοστό των εγκαταστάσεων κλιματισμού (πάνω από 90%), γι' αυτό και θα ασχοληθούμε ιδιαίτερα με την περιγραφή, τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά τους και τη διαδικασία επιλογής τους.

Τα στόμια δαπέδου καθώς και τα στόμια ειδικών προδιαγραφών και κατασκευών (π.χ. Τα διάτρητα στόμια οροφής) συναντώνται σπάνια και σε ειδικές περιπτώσεις κλιματισμού, γι' αυτό δεν θα ασχοληθούμε περισσότερο.

Τα στόμια τοίχου, λέγονται έτσι γιατί τοποθετούνται σε ορθογώνιους αεραγωγούς που στερεώνονται κατά μήκος του τοίχου μίας αίθουσας (στα ανώτατα σημεία του τοίχου). Κατασκευάζονται συνήθως από **ανοδειωμένο αλουμίνιο**, αλλά και από ενισχυμένο **πλαστικό υλικό** (PVC ή ABS).



Σχήμα 5.3: Α. Στόμια τοίχου από αλουμίνιο. Β. Στόμια τοίχου από πλαστικό ABS

Τα στόμια τοίχου αποτελούνται:

- Από το **μεταλλικό πλαίσιο** στερέωσης.
- Από το **διάφραγμα ρύθμισης** του όγκου του αέρα (τάμπερ).
- Από τα **πτερύγια κατεύθυνσης** (οριζόντια και κάθετα).

Με το διάφραγμα μπορούμε, μέσω του ειδικού ρυθμιστή, να ρυθμίσουμε το ποσό του κλιματισμένου αέρα που θα προσάγεται από κάθε στόμιο ή και να κλείσουμε τελείως τη δίοδο του αέρα από το στόμιο σε περιπτώσεις που, για κάποιο λόγο, θα πρέπει να καταργηθεί ένα στόμιο.

Με τα οριζόντια πτερύγια έχουμε τη δυνατότητα να κατευθύνουμε τον αέρα προς τα πάνω ή προς τα κάτω, ώστε να πετυχαίνουμε την καλύτερη δυνατή κατανομή του αέρα στο χώρο.

Με τα κάθετα πτερύγια, κατευθύνουμε τον αέρα προς τις επιθυμητές κατευθύνσεις (αριστερά-δεξιά), ώστε, σε συνδυασμό και με τα οριζόντια πτερύγια, να έχουμε άριστη κατανομή του κλιματισμένου αέρα στο χώρο και φυσικά τη δημιουργία καλύτερων συνθηκών άνεσης.

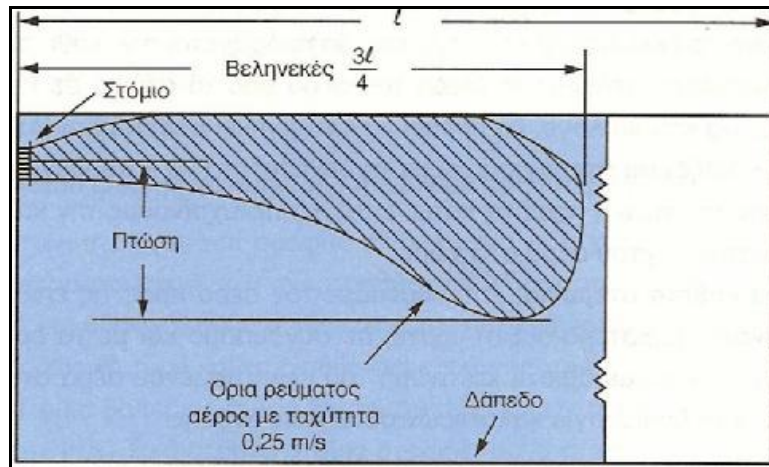
1.5.3 Η επιλογή των στομίων τοίχου

Η επιλογή των στομίων τοίχου, γίνεται από πίνακες κατασκευαστών. Για να επιλέξουμε το σωστό στόμιο για κάθε περίπτωση κλιματιζόμενου χώρου, θα πρέπει να έχουμε τα ακόλουθα στοιχεία:

- **Τη μορφή της αίθουσας** που θα κλιματίσουμε, την ανάπτυξη του δικτύου των αεραγωγών, καθώς και την ακριβή θέση των στομίων.
- **Την παροχή** του στομίου σε L/s (λίτρα ανά δευτερόλεπτο).
- Το απαιτούμενο **βεληνεκές** του στομίου σε m.
- **Την πτώση** του στομίου σε m.
- Την **επιτρεπόμενη ταχύτητα** του αέρα κατά τη έξοδό του από το στόμιο σε m/s.

Η **παροχή** του στομίου θα πρέπει να είναι ανάλογη του ψυκτικού φορτίου που καλείται να αντιμετωπίσει, όπως αυτό έχει υπολογισθεί στη φάση υπολογισμού των ψυκτικών φορτίων.

Το βεληνεκές ενός στομίου τοίχου είναι η οριζόντια απόσταση από το στόμιο έως το σημείο του χώρου, όπου η ταχύτητα του αέρα πέφτει στα 0,25 m/s.



Σχήμα 5.4: Η έννοια του βεληνεκού και της πτώσης ενός στομίου τοίχου

Το σημείο μέτρησης της ταχύτητας του αέρα των 0,25 m/s θα πρέπει να γίνεται σε απόσταση ίση με τα $\frac{3}{4}$ της ολικής απόστασης από τον απέναντι τοίχο και σε ύψος περίπου **1,85 m** από το δάπεδο (σχήμα 5.4).

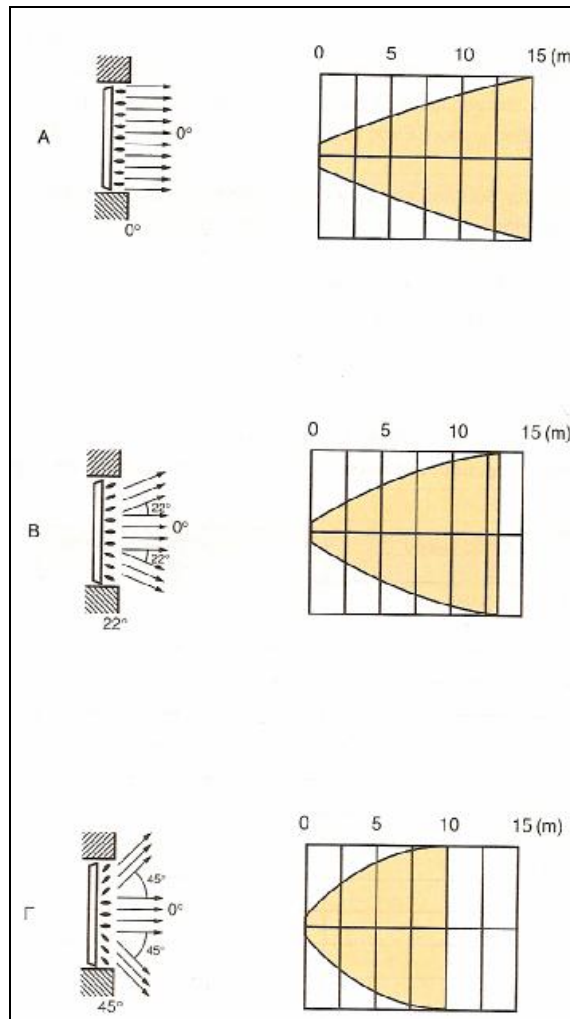
Πτώση ενός στομίου τοίχου, ονομάζουμε τη κάθετη απόσταση από τον άξονα του στομίου, μέχρι του σημείου της αίθουσας που η ταχύτητα του αέρα πέφτει στα 0,25 m/s. (σχήμα 5.5).

Το βεληνεκές και η πτώση ενός στομίου τοίχου δεν είναι σταθερά στοιχεία. Η τιμή τους εξαρτάται από τη θέση των οριζόντιων περυγίων του στομίου. Το **μεγαλύτερο βεληνεκές** το πετυχαίνουμε όταν τα οριζόντια περύγια του στομίου είναι ρυθμισμένα σε **γωνία 0°** (Σχήμα 5.5, εικόνα Α).

Στο σχήμα (5.5) παρατηρούμε ότι, για συγκεκριμένο στόμιο, όταν τα οριζόντια περύγια είναι ρυθμισμένα στις 0° , το βεληνεκές είναι **15 m**, στις 22° είναι **13 m** και στις 45° το βεληνεκές πέφτει στα **10 m**. Θα πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι **όσο αυξάνεται το βεληνεκές, αυξάνεται και η πτώση των στομίων** και αντίστροφα.

Η στάθμη θορύβου είναι ένα άλλο ζητούμενο στοιχείο για τη σωστή επιλογή ενός στομίου. Η στάθμη θορύβου στα στόμια μετριέται σε dba ή db(A) (ντεσιμπέλ) και εξαρτάται:

- Από την ταχύτητα με την οποία εξέρχεται ο αέρας από τα στόμια .
- Από την ποιότητα της κατασκευής των στομίων.



Σχήμα 5.5: Όσο αυξάνεται η γωνία των οριζοντίων περυγίων του στομίου, τόσο μειώνεται το βεληνεκές. (Α) 0° , (Β) 22° , (Γ) 45°

Για να ελέγχουμε και τη στάθμη θορύβου που προξενεί η προσαγωγή του κλιματισμένου αέρα στο χώρο, χρησιμοποιούμε ειδικούς πίνακες που μας δίνουν την επιτρεπόμενη ταχύτητα του εξερχομένου από τα στόμια αέρα για κάθε είδος χώρου. Ένας τέτοιος πίνακας είναι και ο (5.1) που ακολουθεί.

ΠΙΝΑΚΑΣ (5-1)

Μέγιστες επιτρεπόμενες ταχύτητες αέρα στα στόμια προσαρμογής

Είδος χώρου	Επιτρεπόμενη ταχύτητα αέρα m/s
Στούντιο ραδιοφωνίας- TV	2,5
Βιβλιοθήκες	2,5
Γραφεία	3,75
Κατοικίες	3,75
Νοσοκομεία-Ξενοδοχεία	3,75
Δημόσια κτίρια	5
Θέατρα	5
Εστιατόρια	5
Τράπεζες	5
Σχολεία	5
Εργοστάσια	7,5
Γυμναστήρια	7,5
Κουζίνες	7,5
Μεγάλα καταστήματα	7,5

Η στάθμη θορύβου που επιτρέπεται σ' έναν κλιματιζόμενο χώρο, εξαρτάται από το είδος του χώρου. Άλλη στάθμη θορύβου επιτρέπεται στα στούντιο τηλεόρασης, άλλη στις κατοικίες, άλλη σε αίθουσες βιβλιοθηκών κλπ. Ο πίνακας (5-2) που ακολουθεί, μας δίνει τη μέγιστη επιτρεπόμενη στάθμη θορύβου για διάφορους χώρους.

ΠΙΝΑΚΑΣ (5-2)

Μέγιστη επιτρεπόμενη στάθμη θορύβου σε διαφόρους χώρους που κλιματίζονται

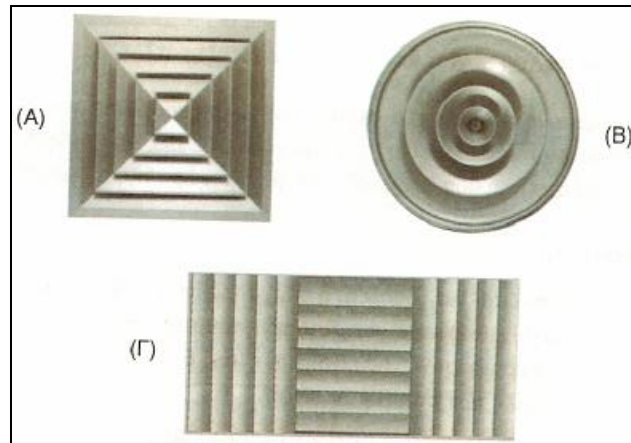
Είδος χώρου	Στάθμη θορύβου db(A)
Στούντιο ραδιοφωνίας- TV	25-30
Θέατρα –Αιθ. διαλέξεων	30-35
Εκκλησίες	30-40
Κατοικίες-Σχολεία -Κινηματογράφοι	35-40
Μουσεία- Βιβλιοθήκες	35-40
Νοσοκομεία	30-40
Γραφεία	40-50
Αποθήκες-Καταστήματα	40-50
Εστιατόρια-Ξενοδοχεία	40-50
Δημόσια κτίρια-Τράπεζες	45-55
Εστιατόρια-Bar	40-50
Εργοστάσια ελαφριάς βιομηχανίας	50-70
Εργοστάσια βαριάς βιομηχανίας	60-80

Αφού ορίσουμε τη στάθμη θορύβου που επιτρέπει ο κλιματιζόμενος χώρος και την ταχύτητα του προσαγόμενου αέρα (πίνακες 5-1 και 5-2), χρησιμοποιώντας πίνακες κατασκευαστών, μπορούμε να επιλέξουμε τις διαστάσεις του στομίου που ταιριάζει σε κάθε περίπτωση κλιματιζόμενου χώρου.

1.5.4 Στόμια οροφής

Το είδος αυτό των στομίων προσαγωγής κλιματισμένου αέρα χρησιμοποιείται κατά κανόνα σε μεγάλης έκτασης κλιματιζόμενους χώρους με **ψευδοροφές**. Προτιμούνται σε χώρους στους οποίους μμεγαλύτερη σπουδαιότητα έχει ο θερινός κλιματισμός (ψύξη). Το πλεονέκτημα των στομίων οροφής, είναι ότι δημιουργούν γρήγορη και πλήρη ανάμιξη του αέρα προσαγωγής με τον αέρα του κλιματιζόμενου

χώρου και έτσι έχουμε πολύ πιο σύντομα το αποτέλεσμα που επιδιώκουμε.



Σχήμα 5.6: Συνήθεις τύποι στομίων οροφής.

(A) τετράγωνο (B) κυκλικό. (Γ) με καμπύλα πτερύγια κατεύθυνσης.

Τα στόμια οροφής μπορεί να τα βρούμε στο εμπόριο σε διάφορες μορφές από τις οποίες επιλέγουμε τη μορφή και το είδος που ταιριάζει περισσότερο σε κάθε περίπτωση κλιματιζόμενου χώρου. Οι πλέον χρησιμοποιούμενοι τύποι στομίων οροφής που συναντά κανείς στις εγκαταστάσεις κλιματισμού είναι:

- Τα κυκλικά στόμια οροφής.
- Τα τετράγωνα ή ορθογώνια.
- Τα ορθογώνια στόμια με καμπύλα πτερύγια κατεύθυνσης (δύο, τριών ή τεσσάρων κατευθύνσεων).

Το υλικό κατασκευής των στομίων οροφής, όπως και των στομίων τοίχου, είναι το **ανοδειωμένο αλουμίνιο**, το οποίο μπορεί να βαφτεί σε διάφορα χρώματα που ανάλογα και με το τι απαιτεί η διακόσμηση του χώρου. Εκτός βέβαια από τα στόμια οροφής από αλουμίνιο, κυκλοφορούν στο ε-

μπόριο και στόμια από σκληρό πλαστικό υλικό **PVC ή ABS** (σχήμα 5.7).



Σχήμα 5.7: Στόμια οροφής από ενισχυμένο πλαστικό ABS

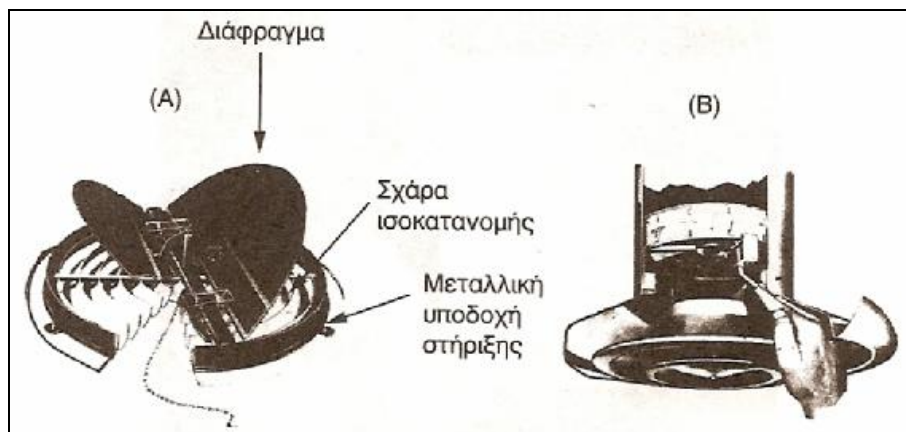
Τα στόμια οροφής εκτός από τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω παρουσιάζουν και **μειονεκτήματα**, μερικά των οποίων είναι:

- Κοστίζουν περισσότερο από τα στόμια τοίχου, αντίστοιχων χαρακτηριστικών.
- Το κόστος κατασκευής και τοποθέτησης του δικτύου των αεραγωγών για στόμια οροφής, είναι μεγαλύτερο, λόγω των δυσκολιών που συναντά η ανάρτηση (κρέμασμα) των αεραγωγών από την οροφή του χώρου που κλιματίζεται.
- Τα στόμια οροφής δύσκολα προσαρμόζονται σε κατοικίες ή άλλους μικρής έκτασης χώρους. Η χρήση τους περιορίζεται σε αίθουσες μεγάλης έκτασης.

Τα στόμια οροφής κατασκευάζονται με **σταθερά ή ρυθμιζόμενα**

πτερύγια διάχυσης του αέρα. Όμως και στις δύο περιπτώσεις κατασκευής, κάθε στόμιο καλής κατασκευής αποτελείται από τα ακόλουθα εξαρτήματα:

- Από τη **βάση** (πλαίσιο), στην οποία στηρίζεται η υπόλοιπη κατασκευή του στομίου.
- Από το **διάφραγμα** (τάμπερ), που ρυθμίζει την ποσότητα του διερχόμενου αέρα.
- Από τη **σχάρα ισοκατανομής** του αέρα, που κατευθύνει ίση ποσότητα αέρα προς όλες τις κατευθύνσεις.



Σχήμα 5.8: Κυκλικά στόμια οροφής στα οποία φαίνονται τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελούνται. Α. Κυκλικό στόμιο οροφής, ενώ στην εικόνα Β. Ρύθμιση διαφράγματος (τάμπερ) στομίου.

Στην εικόνα (Α) του σχήματος (5.8) φαίνονται τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται ένα στόμιο οροφής, κυκλικής μορφής, ενώ στην εικόνα (Β) του ίδιου σχήματος, φαίνεται η ρύθμιση του διαφράγματος του στομίου.

1.5.5 Η επιλογή των στομίων οροφής

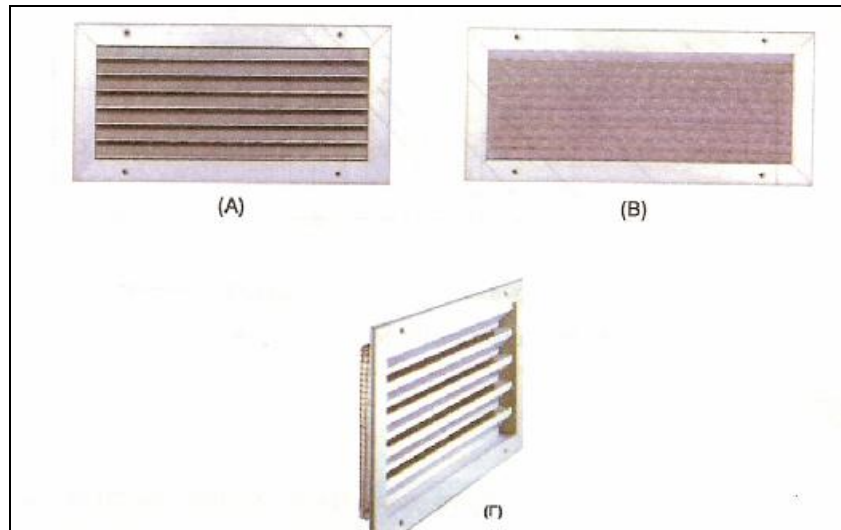
Όπως και στην περίπτωση επιλογής των στομίων τοίχου, έτσι και για την επιλογή των στομίων οροφής, απαιτούνται κάποια στοιχεία. Τα στοιχεία αυτά είναι:

- Η **παροχή** του κλιματισμένου αέρα σε L/s.
- Η **ταχύτητα** του αέρα κατά την έξοδό του από το στόμιο σε m/s.
- Η **μέγιστη ακτίνα διάχυσης** σε m.

Η **μέγιστη ακτίνα διάχυσης** ενός στομίου οροφής είναι κάτι αντίστοιχο με το βεληνεκές των στομίων τοίχου και **ορίζεται ως η οριζόντια απόσταση μεταξύ του κέντρου του στομίου και του σημείου που η ταχύτητα του αέρα πέφτει στο όριο των 0,17 έως 0,25 m/s**. Η μέγιστη ακτίνα διάχυσης ενός στομίου δεν πρέπει να ξεπερνά τις διαστάσεις της αίθουσας που κλιματίζεται, γιατί δημιουργεί ενοχλητικές καταστάσεις και ελάττωση της αίσθησης άνεσης.

1.5.6. Στόμια επιστροφής και στόμια φρέσκου αέρα

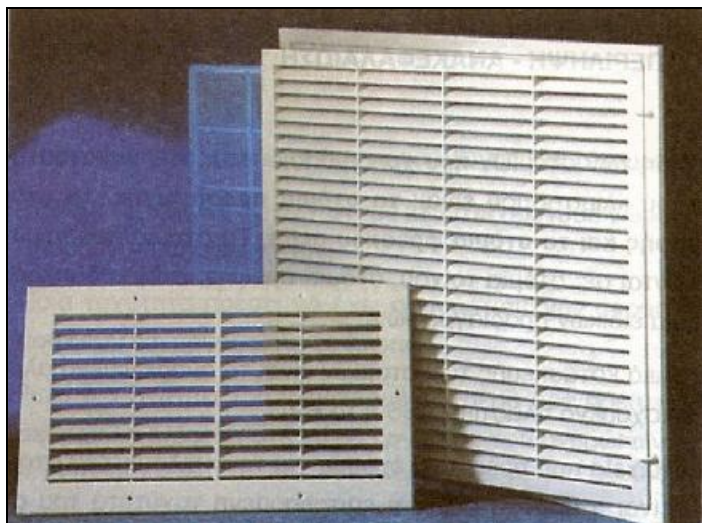
Τα στόμια επιστροφής τοποθετούνται στο δίκτυο των αεραγωγών επιστροφής. Αναρροφούν αέρα από το κλιματιζόμενο χώρο και μέσω του δικτύου επιστροφής, τον οδηγούν στην αναρρόφηση της κλιματιστικής μονάδας ή τον απορρίπτουν στο περιβάλλον.



Σχήμα 5.10: (A) και (B). Στόμιο φρέσκου αέρα, από αλουμίνιο

Τα στόμια επιστροφής κατασκευάζονται από τα ίδια υλικά που κατασκευάζονται και οι άλλοι τύποι στομίων (ανοδειωμένο αλουμίνιο ή πλαστικό) και κυκλοφορούν σε μεγάλη ποικιλία διαστάσεων και χρωμάτων.

Τα στόμια επιστροφής και φρέσκου αέρα κατασκευάζονται με ρυθμιστικό διάφραγμα (τάμπερ) ή χωρίς διάφραγμα. Η επιλογή τους γίνεται από καταλόγους κατασκευαστών όταν έχουμε τον όγκο του αέρα που πρέπει να επιστρέφει από το συγκεκριμένο στόμιο και την επιτρεπόμενη ταχύτητα του αέρα στην είσοδο του στομίου επιστροφής.



Σχήμα 5.11: Στόμια επιστροφής από πλαστικό ABS στα οποία υπάρχει και φίλτρο αέρα επιστροφής.

1.6 ΥΓΡΑΝΤΗΡΕΣ

1.6.1 Ύγρανση των χώρων

Στον κλιματισμό, ο όρος **υγρασία** προσδιορίζει την ποσότητα των υδρατμών που περιέχονται στον αέρα και εκφράζεται με τα εξής δύο μεγέθη:

Απόλυτη Υγρασία, που είναι η πραγματική ποσότητα των υδρατμών που περιέχονται σε δεδομένη ποσότητα ξηρού αέρα. Για κάθε πίεση και θερμοκρασία, η απόλυτη υγρασία εκφράζεται σε κιλά (kg) υδρατμών ανά κιλό (kg) ξηρού αέρα. Επειδή η μέτρηση αυτή της υγρασίας δεν προσδιορίζει πόσο ξηρός ή υγρός είναι ο αέρας, γι' αυτό χρησιμοποιείται η σχετική υγρασία.

Σχετική Υγρασία (RH), είναι ο λόγος της πραγματικής μερικής πίεσης των υδρατμών του αέρα, προς τη μερική πίεση των υδρατμών όταν ο αέρας είναι κεκορεσμένος υδρατμών, στην ίδια θερμοκρασία.

Στη πράξη, για τις θερμοκρασίες και πιέσεις που χρησιμοποιούνται στις κτιριακές εγκαταστάσεις, η σχετική υγρασία είναι η ποσότητα των υδρατμών που περιέχονται σε δεδομένο όγκο αέρα, σε σχέση με την μέγιστη δυνατή ποσότητα που συγκρατεί ο ίδιος όγκος του αέρα στην ίδια θερμοκρασία. Η σχετική

υγρασία εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό (%).

Ο έλεγχος της υγρασίας του αέρα, σε κλιματιζόμενες κτιριακές εγκαταστάσεις (γραφεία, νοσοκομεία κ.λπ), είναι μια κύρια παράμετρος για τη δημιουργία των απαιτούμενων συνθηκών άνεσης.

Υψηλό ποσοστό υγρασίας μειώνει την δυνατότητα εξάτμισης του ιδρώτα και έτσι δημιουργεί στον άνθρωπο την αίσθηση μεγαλύτερης θερμοκρασίας. Αντίθετα, χαμηλό ποσοστό υγρασίας αυξάνει τα ηλεκτροστατικά φαινόμενα, Π.χ. από το περπάτημα πάνω σε συνθετική μοκέτα.

Σε ειδικές κτιριακές εγκαταστάσεις (μουσεία, βιβλιοθήκες κ.λπ.), η διατήρηση σταθερής υγρασίας του αέρα συνδέεται άμεσα με την καλή συντήρηση των ειδών που φυλάσσονται σε αυτές.

Αλλά και σε πολλές βιομηχανικές εγκαταστάσεις απαιτείται διατήρηση σταθερής υγρασίας τόσο στους χώρους παραγωγής όσο και αποθήκευσης των προϊόντων.

1.6.2 Υγραντήρες

Η διατήρηση της επιθυμητής υγρασίας του αέρα ενός κλιματιζόμενου χώρου, γίνεται με ειδικές συσκευές που ονομάζονται **υγραντήρες**.

Οι υγραντήρες προσθέτουν υγρασία στον κλιματιζόμενο αέρα με την μορφή είτε του νερού που συνήθως ψεκάζουν ή εξατμίζουν, είτε του ατμού που διαχέουν στον αέρα και ανάλογα διακρίνονται στις δύο κατηγορίες:

- Υγραντήρες νερού
- Υγραντήρες ατμού

Ο έλεγχος της λειτουργίας των υγραντήρων γίνεται με τους **υγροστάτες**, δηλ. από ειδικά αισθητήρια μέτρησης της σχετικής υγρασίας του αέρα.

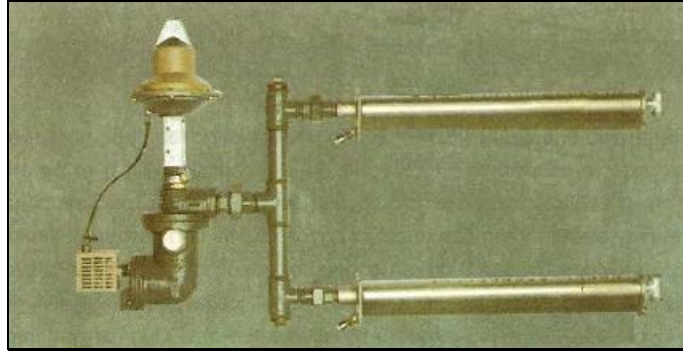


Σχήμα 6.1: Τμήμα ύγρανσης ΚΚΜ (με το σταγονοσυλλέκτη)

1.6.3 Υγραντήρες Νερού

Οι υγραντήρες νερού τροφοδοτούνται με νερό το οποίο, ανάλογα με τον τύπο του υγραντήρα, ψεκάζουν ή εξατμίζουν στο διερχόμενο ρεύμα του αέρα. Η αρχή λειτουργίας των υγραντήρων νερού είναι σχετικά απλή και για τον λόγο αυτό έχουν χαμηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας. Όμως, το βασικό μειονέκτημα όλων των υγραντήρων νερού, είναι η ατελής απορρόφηση του νερού από το ρεύμα του αέρα, που έχει σαν αποτέλεσμα:

- Ο έλεγχος της υγρασίας του αέρα να μην είναι ακριβής.
- Η παρουσία του νερού προκαλεί διάβρωση στους αεραγωγούς αλλά και σε στοιχεία της κλιματιστικής μονάδας όπως ο ανεμιστήρας.
- Την δημιουργία βακτηριδίων και οσμών από το στάσιμο νερό.
- Αυξημένο κόστος συντήρησης της κλιματιστικής μονάδας.



Σχήμα 6.2: Υγραντήρας ατμού για ΚΚΜ

1.6.4 Υγραντήρες Ατμού

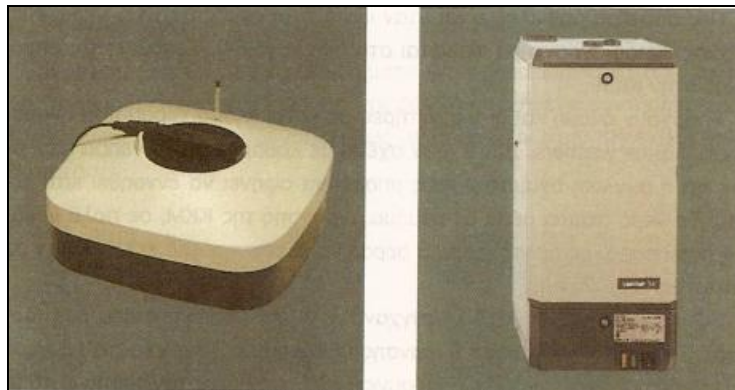
Οι υγραντήρες ατμού τροφοδοτούνται ή παράγουν ατμό, που με κατάλληλες διατάξεις διαχέουν στο διερχόμενο ρεύμα του αέρα.

Οι υγραντήρες ατμού διακρίνονται σε δύο τύπους:

- Υγραντήρες με διάχυση ατμού (Steam Injection Humidifiers)
- Ηλεκτρικοί υγραντήρες (Electrode type Humidifiers)

Τα βασικά πλεονεκτήματα των υγραντήρων ατμού είναι:

- Ακριβής έλεγχος της σχετικής υγρασίας του χώρου, λόγω της ομαλής διάχυσης και απορρόφησης του ατμού από τον αέρα.
- Ο ατμός είναι άοσμος και στείρος μικροβίων.
- Χαμηλό κόστος συντήρησης.
- Απουσία διάβρωσης της κλιματιστικής μονάδας.



Σχήμα 6.3: Υγραντήρες ατμού, κατάλληλοι για τοποθέτηση στον κλιματιζόμενο χώρο

1.6.5 Υγραντήρες με διάχυση ατμού

Οι υγραντήρες με διάχυση ατμού λειτουργούν με ατμό που διατίθεται από κεντρικό δίκτυο διανομής ατμού, που παράγεται από κεντρικό ατμολέβητα ή ατμογεννήτρια.

Τα βασικά εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται ο υγραντήρας είναι:

- Ο διαχωριστήρας ατμού, δηλαδή ένα ανοξείδωτο κυλινδρικό δοχείο, που με κατάλληλη διάταξη συγκράτησης και απομάκρυνσης της υγρασίας (συμπυκνωμάτων) του ατμού, εξασφαλίζει την παροχή ξηρού κεκορεσμένου ατμού στον αεραγωγό.

- Η ατμοπαγίδα, που εξασφαλίζει την αυτόματη απομάκρυνση των συμπυκνωμάτων που συγκεντρώνονται στον διαχωριστήρα.

- Αυτόματη πνευματική ή ηλεκτρική βαλβίδα ελέγχου, που ελέγχει την λειτουργία του υγραντήρα.

- Σωλήνας διασκορπισμού του ατμού. Το τμήμα αυτό του υγραντήρα τοποθετείται μέσα στον αεραγωγό και αποτελείται από ένα διάτρητο σωλήνα, που φέρει κατά μήκος κατάλληλα διατεταγμένα ακροφύσια, από τα οποία γίνεται η διάχυση του ατμού στον αεραγωγό. Το υπόλοιπο κατά μήκος τμήμα αυτού, περιβάλλεται από άλλο σωλήνα που περιέχει ατμό στην πίεση του δικτύου, ώστε να διατηρεί τον εσωτερικό διάτρητο σωλήνα ζεστό και να αποφεύγεται συμπύκνωση του ατμού.

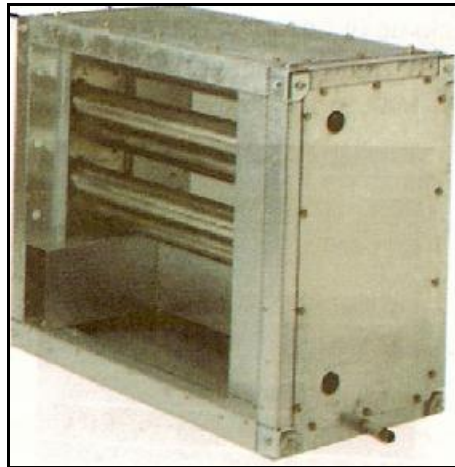
Το μέγεθος και ο αριθμός των σωλήνων διασκορπισμού που τοποθετούνται μέσα στον αεραγωγό, εξαρτάται από τις διαστάσεις του αεραγωγού, ενώ το μέγεθος και ο αριθμός των ακροφυσίων εξαρτάται από την πίεση του ατμού και από το απαιτούμενο φορτίο ύγρανσης (kg/h).

Οι υγραντήρες με διάχυση ατμού τοποθετούνται τόσο σε μεγάλες κτιριακές εγκαταστάσεις (νοσοκομεία, ξενοδοχεία, μουσεία, γραφεία,

κ.λπ), όσο και σε βιομηχανικές.

Τα πλεονεκτήματα των υγραντήρων ατμού με διάχυση είναι:

- Εύκολη τοποθέτηση σε κάθε θέση της κλιματιστικής μονάδας ή του αεραγωγού.
- Ακριβής έλεγχος της υγρασίας.
- Κάλυψη μεγάλων φορτίων ύγρανσης.
- Ταχεία και πλήρης απορρόφηση του ατμού από τον αέρα.
- Μικρό κόστος λειτουργίας και συντήρησης.



Σχήμα 6.4: Διαφορετικός τύπος τμήματος ύγρανσης KKM

1.6.6 Ηλεκτρικοί υγραντήρες

Οι ηλεκτρικοί υγραντήρες, είναι αυτόνομες μονάδες παραγωγής ατμού και χρησιμοποιούνται για την ύγρανση του αέρα των εγκαταστάσεων που δεν διαθέτουν κεντρικό δίκτυο διανομής ατμού.

Ο πιο απλός τύπος ηλεκτρικού υγραντήρα, αποτελείται από ένα μεταλλικό δοχείο εφοδιασμένο με ηλεκτρικές αντιστάσεις για την ατμοποίηση του νερού. Η συσκευή συμπληρώνεται με διάταξη ελέγχου της στάθμης του νερού (πλωτήρας ή ηλεκτρόδια στάθμης) και με το κύκλωμα τροφοδοσίας και ελέγχου.

Οι σύγχρονοι τύποι των ηλεκτρικών υγραντήρων αποτελούνται από

ένα πλαστικό κυλινδρικό δοχείο, που περιέχει νερό, στο οποίο εμβαπτίζονται δύο ή τρία ηλεκτρόδια (όχι ηλεκτρικές αντιστάσεις) που συνδέονται με το ηλεκτρικό ρεύμα. Η αντίσταση που εμφανίζει το νερό (μη αποσκληρημένο) στη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος, προκαλεί την θέρμανση και τελικά την ατμοποίησή του. Ο υγραντήρας διαθέτει πλήρες ηλεκτρονικό κύκλωμα μικρό-επεξεργαστή (microprocessor), που ελέγχει όλη την λειτουργία του. Οι υγραντήρες αυτοί ονομάζονται ηλεκτροδιακού τύπου (electrode humidifiers).

Στους ηλεκτρικούς υγραντήρες αυτού του τύπου, ο ατμός παράγεται σε ατμοσφαιρική πίεση και έτσι είναι δυνατή η μεταφορά του μόνο σε μικρή απόσταση (5 - 6 m).

Ο ατμός καταλήγει σε ένα διάτρητο σωλήνα, που είναι τοποθετημένος μέσα στη κλιματιστική μονάδα ή στον αεραγωγό, με τον οποίο γίνεται έγχυση του ατμού στον αέρα.

Τα πλεονεκτήματα των υγραντήρων ηλεκτροδιακού τύπου είναι:

- Ύγρανση του κλιματιζόμενου αέρα με καθαρό ατμό σε εγκαταστάσεις που δεν διαθέτουν δίκτυο διανομής ατμού.
- Παραγωγή ατμού στείρου μικροβίων για την ύγρανση χώρων με αυστηρά ελεγχόμενη ποιότητα αέρα, όπως χειρουργεία, θάλαμοι εντατικής κ.λπ.
- Απλή και γρήγορη εγκατάσταση.
- Λειτουργία με νερό του δικτύου (χωρίς αποσκλήρυνση), σε συνήθη πίεση 1 – 10 bar και με αγωγιμότητα 125-1250 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- Ακριβής έλεγχος της ποσότητας του ατμού.
- Ο υγραντήρας συνδυάζεται με κάθε τύπο αναλογικού υγροστάτη και έτσι είναι δυνατή η αναλογική λειτουργία του.
- Δυνατότητα ρύθμισης της παροχής του ατμού από 20-100%.

- Παρέχει ενδείξεις σε ψηφιακή μορφή, όπως η ποσότητα ατμού που παράγεται (kg/h) σε κάθε χρονική στιγμή, το σημείο ρύθμισης (%) κ.λπ, αλλά και ενδείξεις σχετικά με την κατάσταση λειτουργίας, όπως η αντικατάσταση του δοχείου κ.λπ.
- Αυτόματη απομάκρυνση (στρατσώνα) των αλάτων που συγκεντρώνονται στον πυθμένα του δοχείου, με αποτέλεσμα την διατήρηση της μέγιστης απόδοσης στην παραγωγή ατμού, με την μικρότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ισχύος και τη μείωση της συντήρησης.
- Δυνατότητα σύνδεσης με ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω μιας RS232.

Σε εφαρμογές που απαιτείται άμεση ύγρανση του χώρου, ο υγραντήρας συνδέεται με κατάλληλη συσκευή «blower), που διαθέτει ένα φυγοκεντρικό ανεμιστήρα, με τη βοήθεια του οποίου γίνεται μείξη ατμού και αέρα και διάχυση του υγρού αέρα στο χώρο.

Τυπικά παραδείγματα μεμονωμένων χώρων που απαιτούν ειδικές συνθήκες ύγρανσης είναι:

- Κέντρα ή χώροι λειτουργίας ηλεκτρονικών υπολογιστών.
- Εργαστήρια συναρμολόγησης ηλεκτρονικών κυκλωμάτων ή συσκευών.
- Επιστημονικά εργαστήρια.
- Εργαστήρια γραφικών τεχνών και μεταξοτυπίας.
- Εργαστήρια εμφάνισης φωτογραφικών φιλμς.
- Κλωστήρια και υφαντήρια.
- Βιβλιοθήκες, Μουσεία και Πινακοθήκες.
- Χειρουργεία και δωμάτια νοσοκομείων με ασθενείς που έχουν εγκαυματικά ή αναπνευστικά προβλήματα.
- Χώροι διατήρησης και επεξεργασίας νωπών τροφίμων.

- Αρτοποιεία, για την παρασκευή αρτοσκευασμάτων.

1.7 ΚΙΒΩΤΙΟ ΑΝΑΜΙΞΕΩΣ

Στις περισσότερες των περιπτώσεων, ένα ποσοστό του αέρα επιστροφής (αέρας που απομακρύνεται από τους χώρους για να επιτευχθεί η ανανέωση), επαναχρησιμοποιείται αναμιγνυόμενος με νωπό αέρα. Η σημαντική αυτή διεργασία πραγματοποιείται σε ειδικό τμήμα (ή τυποποιημένο "κιβώτιο") της κλιματιστικής συσκευής.

Στο τμήμα αυτό συνδέονται οι αεραγωγοί προσαγωγής νωπού αέρα και αέρα ανακυκλοφορίας, άμεσα ή έμμεσα. Έμμεση είναι η σύνδεση όταν προηγούνται τμήματα προεπεξεργασίας (καθαρισμού, ή θερμικής) των ποσοτήτων αέρα των οποίων θα γίνει η ανάμιξη.

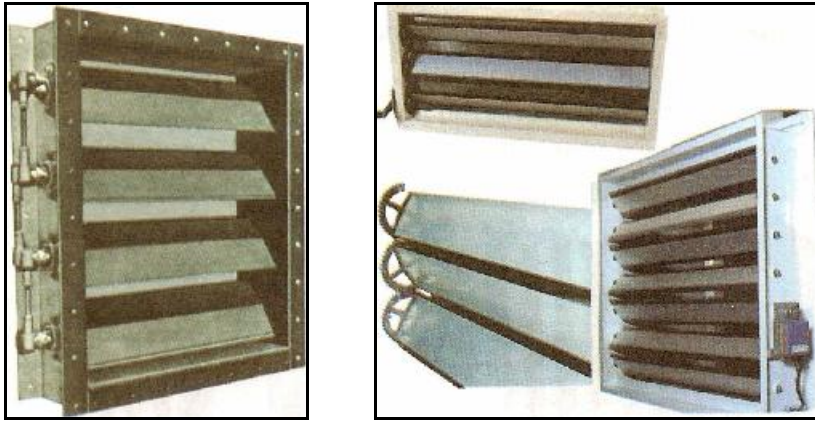
Στα σημεία προσαγωγής υπάρχουν πολύφυλλα διαφράγματα (ντάμπερς) για τη ρύθμιση της παροχής. Τα διαφράγματα αυτά είναι συνήθως διασυνδεδεμένα και αντίθετα κινούμενα, έτσι ώστε όσο ανοίγει το διάφραγμα του ανακυκλοφορούντος αέρα, τόσο κλείνει αντίστοιχα το διάφραγμα του νωπού. Η κίνηση των διαφραγμάτων αυτών γίνεται ή από χειρομοχλό ή ηλεκτροκίνητα, μέσω σερβομοτέρ, και ο μελετητής ανάλογα με τις απαιτήσεις πρέπει να καθορίζει τον τρόπο κινήσεως.

Προσοχή στο τμήμα αυτό, πρέπει να δίνεται:

- α. Στη στιβαρότητα και στο υλικό κατασκευής των διαφραγμάτων
- β. Στην ευκολία περιστροφής
- γ. Στη στεγανότητα που παρέχουν κατά το κλείσιμο
- δ. Στη σταθερότητα παραμονής στην καθοριζόμενη θέση με την πάροδο του χρόνου και υπό την πίεση του διερχόμενου αέρα.

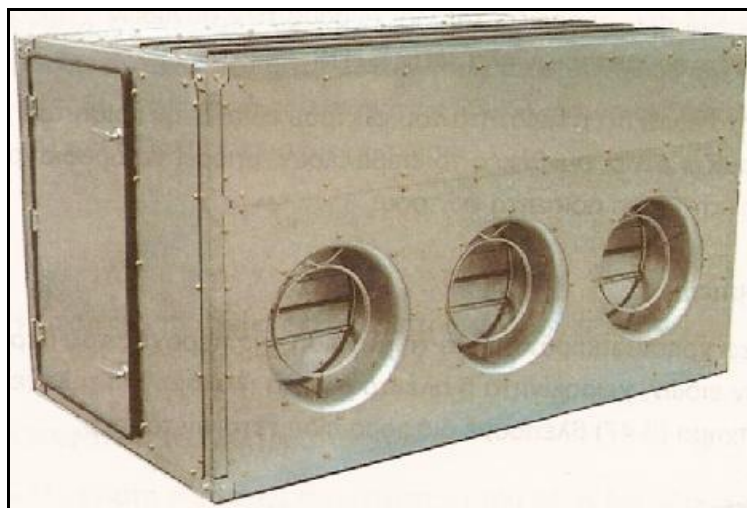
1.8 ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ (ΤΑΜΠΕΡ)

Τα τάμπερ χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση της παροχής του αέρα. Είναι διαφόρων ειδών, χειροκίνητα ή ηλεκτροκίνητα ή ακόμη και τηλεχειριζόμενα. Στο σχήμα (8.1) βλέπουμε διάφορα είδη τέτοιων τάμπερ.



Σχήμα 8.1: Διάφορα είδη τάμπερ

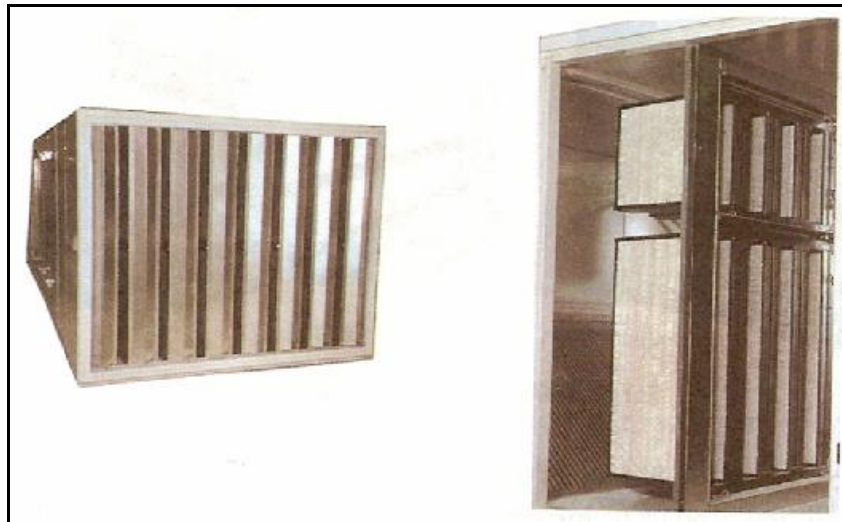
Στο σχήμα (8.2), βλέπουμε ένα άλλο είδος τάμπερ το οποίο επιτρέπει τη ρύθμιση του αέρα με μεγάλη ακρίβεια και συνήθως είναι τηλεχειριζόμενο. Χρησιμοποιείται στις εγκαταστάσεις όπου απαιτείται μεγάλη προσοχή στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα.



Σχήμα 8.2: Ταμπερ ειδικού τύπου. Επιτρέπει τη μέτρηση και τη ρύθμιση της παροχής του αέρα με μεγάλη ακρίβεια.

1.9 ΗΧΟΠΑΓΙΔΕΣ

Η ποιότητα του αέρα στο χώρο έχει σχέση και με τη στάθμη του θορύβου. Οι ανεμιστήρες προκαλούν ισχυρό θόρυβο και αυτός δεν θα πρέπει να μεταφέρεται στο χώρο. Για την απόσβεση του θορύβου χρησιμοποιούνται οι ηχοπαγίδες. Τέτοιες ηχοπαγίδες που τοποθετούνται μέσα στην ΚΚΜ φαίνονται στο σχήμα (9.1).



Σχήμα 9.1: Ηχοπαγίδες σε ΚΚΜ

Οι ηχοπαγίδες, όπως αυτές του σχήματος (9.1), αποτελούνται από διαχωριστικά (splitters) κατασκευασμένα από κατάλληλο υλικό απόσβεσης του θορύβου, που έχουν πάχος συνήθως από 100-200 mm και μήκος από 500 μέχρι 2000 mm. Τοποθετούνται κατά τη διεύθυνση της ροής του αέρα. Το κενό ανάμεσα σε δύο διαδοχικά διαχωριστικά ποικίλει συνήθως από 50 μέχρι 250 mm. Όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος και το μήκος των διαχωριστικών και όσο μικρότερη η απόσταση μεταξύ τους, τόσο καλύτερη είναι η απόσβεση του ήχου που επιτυγχάνεται.

1.10 ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ

Με τους αεραγωγούς μεταφέρεται ο κλιματισμένος αέρας στους χώρους και απάγεται από αυτούς αέρας που έχει ρυπανθεί. Γι' αυτό, στα συστήματα κεντρικού κλιματισμού, έχουμε αφ' ενός μεν αεραγωγούς προσαγωγής (και διανομής) αέρα και αφ' ετέρου αεραγωγούς απαγωγής (ή επιστροφής) αέρα.

Τα δίκτυα αεραγωγών αποτελούν (τόσο σαν προμήθεια όσο και σαν τοποθέτηση), δαπανηρό τμήμα των εγκαταστάσεων κεντρικού κλιματισμού και η σωστή διαστασιολόγηση και κατασκευή τους επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα και το συνολικό κόστος της τελικής εγκαταστάσεως.

Πρέπει επομένως να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή των διαδρομών, τον υπολογισμό των διαστάσεων, την εκλογή των υλικών κατασκευής, συνδέσεως και στηρίξεως, τη διαδικασία τοποθέτησεως (και ιδιαίτερα στηρίξεως) των αεραγωγών, τη σωστή συνεργασία τους με τα στόμια αέρα, κ.α. Στα δίκτυα αερισμού και κλιματισμού η κίνηση του αέρα είναι εξαναγκασμένη με τη βοήθεια ενός ή περισσοτέρων ανεμιστήρων.

Για να κινηθεί ο αέρας μέσα στους αεραγωγούς θα πρέπει να εξασφαλίζεται συνεχώς μια διαφορά πίεσης μεταξύ της εισόδου του αέρα στους αεραγωγούς και της εξόδου του. Η απαιτούμενη διαφορά πίεσης για την κίνηση του αέρα στους αεραγωγούς και τη μεταφορά του στους κλιματιζόμενους χώρους γίνεται μ' έναν ανεμιστήρα. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ανεμιστήρα θα πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να μπορεί να δημιουργεί την απαιτούμενη διαφορά πίεσης για να υπερνικηθούν όλες οι αντιστάσεις ροής που συναντά ο αέρας κατά τη διαδρομή του μέσα από τους αεραγωγούς και τα εξαρτήματα της εγκατάστασης.

Επομένως για να ελέγξουμε αν ο ανεμιστήρας μίας κλιματιστικής μονάδας μπορεί να υπερνικήσει τις αντιστάσεις ροής του αέρα ενός δικτύου αεραγωγών, θα πρέπει να λάβουμε υπ' όψη μας τα ακόλουθα:

- Τη μορφή του δικτύου των αεραγωγών.
- Τα εξαρτήματα που παρεμβάλλονται στη διαδρομή του αέρα (γωνιές, διακλαδώσεις, φίλτρα, στόμια κλπ).
- Την επιτρεπόμενη ταχύτητα του αέρα στους αεραγωγούς.
- Τον όγκο (ή μάζα) του αέρα που θα ρέει σε κάθε τμήμα του αεραγωγού.



Σχήμα 10.1: Α. Ορθογώνιοι αεραγωγοί από ειδικό υαλοβάμβακα.
Β. Κυκλικοί αεραγωγοί από ειδικό υαλοβάμβακα.
Γ. Εύκαμπτοι αεραγωγοί από αλουμίνιο με μόνωση ή χωρίς μόνωση.

Οι υπολογισμοί του μεγέθους των αεραγωγών, σε συνδυασμό με την πτώση πίεσεως και την αποφυγή δημιουργίας εστιών θορύβου, γίνεται με τέσσερις διαφορετικούς τρόπους:

- α. Μέθοδος **σταθερής ταχύτητας**
- β. Μέθοδος **βαθμιαίας μείωσης της ταχύτητας**
- γ. Μέθοδος **σταθερής πτώσεως της πίεσεως**
- δ. Μέθοδος **ανακτήσεως της στατικής πίεσεως**, (Static Regain).

Οι ανωτέρω τρόποι υπολογισμού δίδουν αποτελέσματα διαφορετικού βαθμού ακρίβειας και οικονομικότητας για την όλη εγκατάσταση.

Εξαρτάται από τις γνώσεις και την εμπειρία του μελετητή η δυνατότητα να επιλέξει για κάθε περίπτωση την πλέον κατάλληλη μέθοδο.

Σε γενικές αρχές, μπορούν να δοθούν οι ακόλουθες κατευθύνσεις:

α. Η μέθοδος της "**σταθερής ταχύτητας**" χρησιμοποιείται:

- Σε απλά δίκτυα χωρίς διακλαδώσεις.
- Σε δίκτυα απαγωγής στα οποία απαιτείται μια σταθερή ταχύτητα ροής, προς αποφυγή κατακαθήσεως σκόνης ή άλλων αιωρούμενων σωματιδίων.
- Σε μικρά τμήματα εκτεταμένων δικτύων, σε συνδυασμό με μια από τις άλλες μεθόδους (π.χ. στον κεντρικό κλάδο ενός δικτύου υψηλής ταχύτητας μέχρι του σημείου στο οποίο η πτώση θα λάβει μια ορισμένη, προκαθορισμένη τιμή κ.λπ).

β. Η μέθοδος με **σταθερή μείωση της ταχύτητας**, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε δίκτυα αεραγωγών προσαγωγής και επιστροφής αέρα με διακλαδώσεις, αλλά δεν συνιστάται η εφαρμογή της γιατί η ακρίβειά της εξαρτάται από τις γνώσεις και την εμπειρία του μελετητή, αφού βασίζεται σε διαδοχικές μειώσεις της ταχύτητας, οι οποίες επιλέγονται

από τον μελετητή.

γ. Η μέθοδος με **σταθερή πτώση πίεσεως**, χρησιμοποιείται τόσο σε δίκτυα προσαγωγής, όσο και απαγωγής. Είναι η περισσότερο χρησιμοποιούμενη μέθοδος και δίδει πολύ καλά αποτελέσματα σε κάπως συμμετρικά δίκτυα αεραγωγών ή δίκτυα των οποίων οι κλάδοι έχουν ίσο ή περίπου ίσο μήκος.

Όταν υπάρχουν διαφορές στο μήκος, προβλέπονται κατάλληλα διαφράγματα ρυθμίσεων της ροής των κλάδων, οπότε και πάλι προκύπτουν ικανοποιητικά αποτελέσματα με τη μέθοδο **σταθερής πτώσεως πίεσεως**.

δ. Η μέθοδος υπολογισμού του δικτύου αεραγωγών με **ανάκτηση της στατικής πίεσεως**, χρησιμοποιείται σε "μεγάλα" και "δύσκολα" δίκτυα. Δηλαδή δίκτυα εκτεταμένα και ασύμμετρα, δίκτυα αεραγωγών υψηλής ταχύτητας και κλάδους με σημαντικά διαφορετικό μήκος.

1.11 ΨΥΧΡΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ

Ο ψυχομετρικός χάρτης είναι μία επινοήση, που έγινε από τον Carrier, με την οποία τα ψυχομετρικά χαρακτηριστικά του ατμοσφαιρικού αέρα παρουσιάζονται όλα μαζί πάνω σε μία σελίδα. Αλλά η σημασία του ψυχομετρικού χάρτη δεν περιορίζεται μόνο στο ότι μπορούμε να βρούμε πολύ εύκολα, πάνω σ' αυτόν, τα οποιαδήποτε χαρακτηριστικά του αέρα, τα οποία υπάρχουν και σε πίνακες, που είναι σχεδόν εξίσου εύχρηστοι. Εκείνο που έχει τη μεγαλύτερη σημασία είναι ότι με αυτόν, γίνονται πολύ εύκολα όλοι οι θερμοδυναμικοί υπολογισμοί των μεταβολών του αέρα. Οι υπολογισμοί αυτοί, αν δεν είχε επινοηθεί ο ψυχομετρικός χάρτης, θα ήταν μεν δυνατοί, αλλά θα παρουσίαζαν πολύ μεγάλη δυσκολία στην εκτέλεση τους.

Πάνω στον κάθε ψυχομετρικό χάρτη αναγράφεται πάντοτε το υψόμετρο για το οποίο έχει συνταχθεί. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι όσο ανεβαίνουμε στο ύψος, τόσο ο αέρας γίνεται αραιότερος. Το αποτέλεσμα είναι να μεταβάλλονται τα θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά του αέρα. Αν χρησιμοποιήσετε Π.χ. σε υψόμετρο 1500 m ένα ψυχομετρικό χάρτη που έχει συνταχθεί για υψόμετρο μηδέν, τότε θα έχετε λάθος αποτελέσματα. Ψυχομετρικοί χάρτες, μετά τον πρώτο που συνέταξε ο Carrier, έχουν συνταχθεί πολλοί ακόμη από διάφορες εταιρείες και οργανισμούς. Εδώ επιλέξαμε έναν από τους πλέον έγκυρους ψυχομετρικούς χάρτες που υπάρχουν, ο οποίος έχει συνταχθεί από την **ASHRAE** (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers). Ο ψυχομετρικός αυτός χάρτης φέρει τον αριθμό «1» και αναφέρεται σε υψόμετρο μηδέν, δηλαδή στην επιφάνεια της θάλασσας. Καλύπτει την περιοχή θερμοκρασιών από 0 μέχρι 50°C.

Η ASHRAE διαθέτει άλλους 6 ψυχομετρικούς χάρτες με αριθμούς από «2» μέχρι και «7». Από αυτούς, οι πιο χρήσιμοι για τον κλιματισμό είναι ο 3 που καλύπτει την περιοχή από 10 μέχρι 120°C και οι 5, 6, 7 που είναι για τα υψόμετρα 750 m, 1500 m, 2250 m, αντίστοιχα. Επίσης υπάρχουν ο 2 για τις χαμηλές θερμοκρασίες (-35 μέχρι + 10°C) και ο 4 για τις υψηλές θερμοκρασίες (100-200°C). Αν τυχόν βρεθείτε, σαν επαγγελματίες πλέον, στην ανάγκη να χρησιμοποιήσετε τον ψυχομετρικό χάρτη σε μεγάλο υψόμετρο, θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε αυτόν που είναι πλησιέστερα στο υψόμετρο που βρίσκεστε. Στην πράξη, ο ψυχομετρικός χάρτης της ASHRAE με αριθμό «1» χρησιμοποιείται, με καλά αποτελέσματα, μέχρι και σε υψόμετρο 400 m. Γι' αυτό και καλύπτει ικανοποιητικά τις περισσότερες εφαρμογές.

Τα θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά του αέρα που απεικονίζονται πάνω στο ψυχομετρικό χάρτη είναι συνολικά επτά και είναι τα εξής:

1. Η θερμοκρασία. Ονομάζεται επίσης θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου ή ξηρού βολβού και συμβολίζεται ως t_{db} . Ο δείκτης db προέρχεται από τον Αγγλικό όρο dry bulb που μεταφράζεται «ξηρός βολβός». Είναι η θερμοκρασία που δείχνει ένα κοινό θερμόμετρο, όταν εκτεθεί στον αέρα.

2. Η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου. Συμβολίζεται ως t_{wb} . Ο δείκτης wb προέρχεται από τον Αγγλικό όρο wet bulb που μεταφράζεται «υγρός βολβός». Είναι η θερμοκρασία που θα δείξει ένα θερμόμετρο όταν ο βολβός του είναι εμβαπτισμένος σε νερό που υποβάλλεται σε έντονη εξάτμιση. Θα τη δούμε αυτή τη θερμοκρασία αν Π.χ. τυλίξουμε το βολβό του θερμομέτρου με ένα υγρό κομμάτι ύφασμα και το βάλουμε στο ρεύμα αέρα που δημιουργείται από έναν ανεμιστήρα.

3. Ο ειδικός όγκος του αέρα. Συμβολίζεται με το γράμμα v . Είναι το αντίστροφο του ειδικού βάρους. Μετριέται σε m^3/kg . Εκφράζει πόσα κυβικά μέτρα καταλαμβάνει το 1 kg αέρα σε ορισμένη θερμοκρασία και υψόμετρο. Έτσι Π.χ. αν έχουμε 100 kg αέρα, με $v = 0,90$, τότε αυτά έχουν όγκο $90 m^3$.

4. Η ειδική ενθαλπία. Συμβολίζεται με το γράμμα h . Είναι το ποσό θερμότητας που περιέχεται σε 1 Kg αέρα. Μετριέται σε kJ/kg. Για συντομία θα την αποκαλούμε απλά ενθαλπία

5. Η ειδική υγρασία. Συμβολίζεται με το γράμμα W . Είναι τα γραμμάρια νερού ανά kg ξηρού αέρα, δηλαδή σε g/Kg

6. Η σχετική υγρασία. Δεν έχει μονάδες μέτρησης και συμβολίζεται με το Ελληνικό γράμμα ϕ . Τη συναντούμε και με το συμβολισμό RH ή rh (Relative Humidity). Εκφράζει το ποσοστό που ο αέρας είναι κορεσμένος με υδρατμούς.

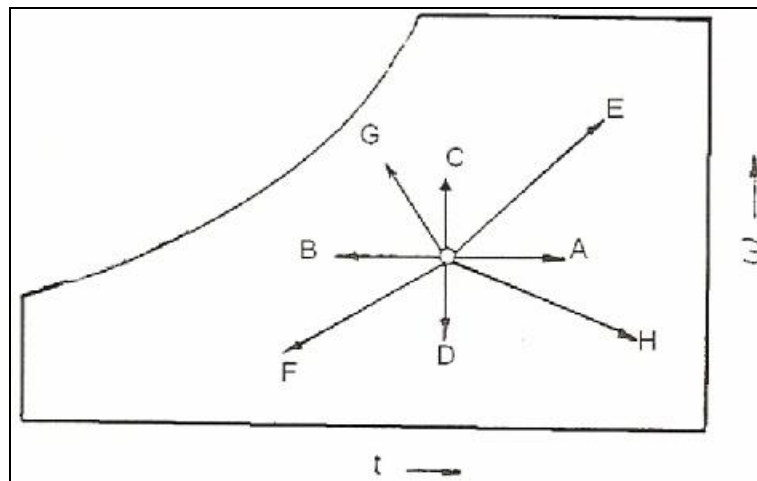
7. Η θερμοκρασία του σημείου δρόσου, ή απλά, για συντομία, **σημείο δρόσου.** Συμβολίζεται ως t_{dp} και μετριέται σε $^{\circ}C$. Ο δείκτης dp προέρχεται από τον Αγγλικό όρο dew point που σημαίνει «σημείο δρόσου». Είναι η

θερμοκρασία του αέρα στην οποία αρχίζει η υγροποίηση των υδρατμών που περιέχει. Η σχετική υγρασία στο σημείο δρόσου είναι πάντοτε 100% .

Βασικές διεργασίες στον κλιματισμό του αέρα

Οχτώ βασικές θερμοδυναμικές διεργασίες, με τις οποίες η κατάσταση του υγρού αέρα μπορεί να μεταβληθεί, φαίνονται στο σχήμα Α. Αυτές είναι:

1. Αισθητή θέρμανση - διεργασία AO
2. Αισθητή ψύξη - διεργασία OB
3. Ύγρανση - διεργασία OC
4. Αφύγρανση - διεργασία OD
5. Θέρμανση και ύγρανση - διεργασία OE
6. Ψύξη και αφύγρανση - διεργασία OF
7. Ψύξη και ύγρανση - διεργασία OG
8. Θέρμανση και αφύγρανση - διεργασία OH



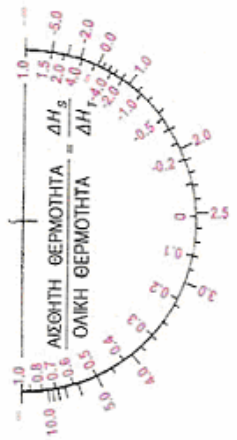
Σχήμα 11.1: Βασικές ψυχομετρικές διεργασίες

Παρακάτω φαίνεται ο ψυχομετρικός χάρτης της **ASHRAE** με αριθμό 1 ο οποίος χρησιμοποιείται με καλά αποτελέσματα μέχρι και σε υψόμετρο 400m και καλύπτει ικανοποιητικά τις περισσότερες εφαρμογές.

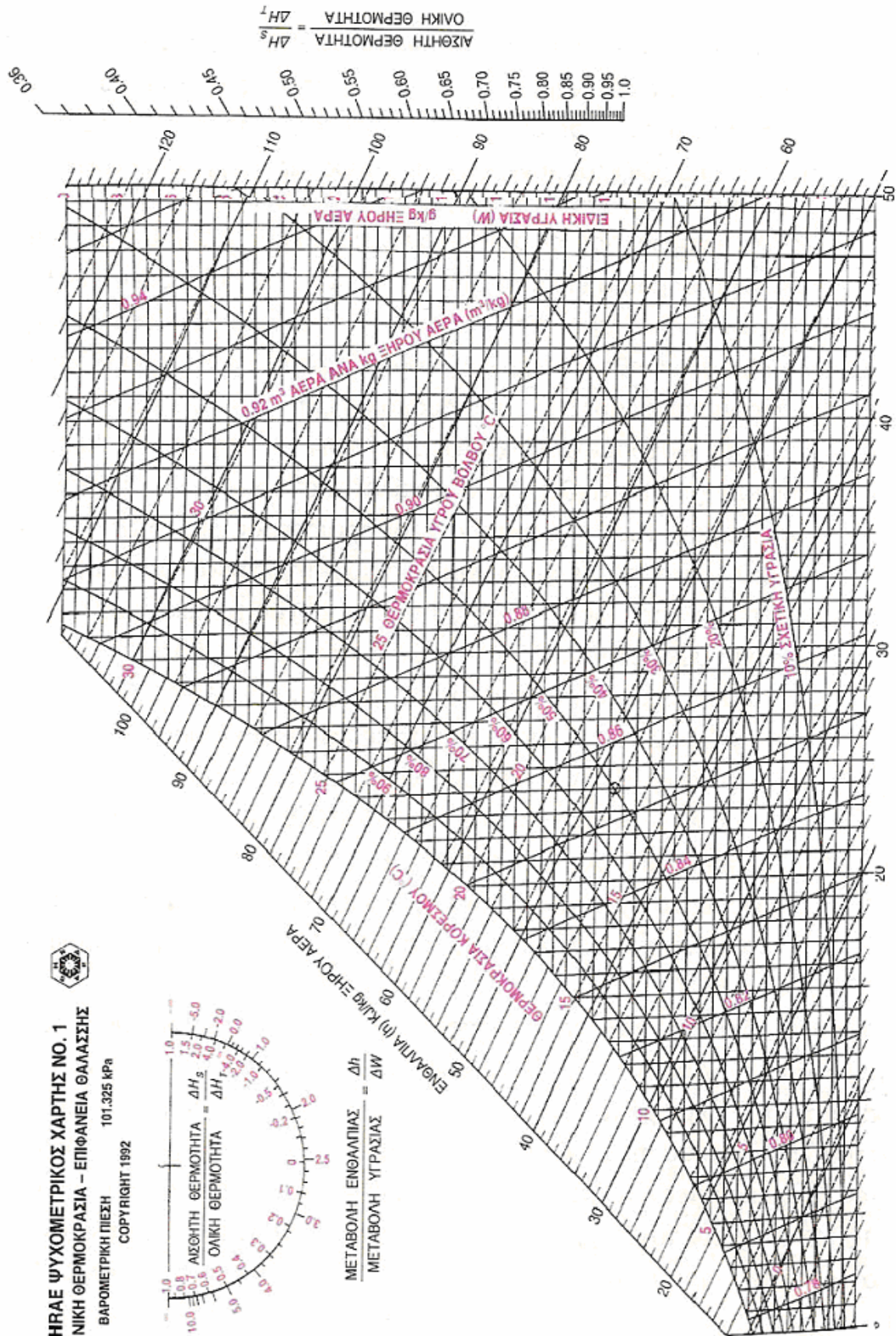
ΑΣΗΓΡΑΕ ΨΥΧΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ NO. 1
ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ – ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΘΑΛΑΣΣΗΣ

ΒΑΡΟΜΕΤΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ 101.325 kPa

COPYRIGHT 1992



$\frac{\text{ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΕΝΘΑΛΠΙΑΣ } \Delta H_s}{\text{ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΥΓΡΑΣΙΑΣ } \Delta W} = \text{ΕΝΘΑΛΠΙΑ (h) ΚΑΘ' ΕΚΜΟΝΗ ΑΕΡΑ}$



ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΞΗΡΟΥ ΒΟΛΒΟΥ (°C)

1.12 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΧΕΙΜΕΡΙΝΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

1.12.1 Η εγκατάσταση θερμάνσεως

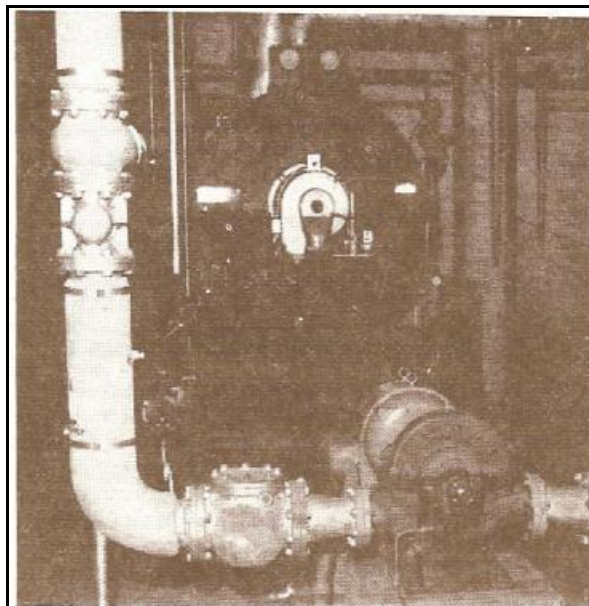
Όπως έχει εξηγηθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, όταν λέμε πλήρη κλιματισμό ενός χώρου εννοούμε εξασφάλιση συνθηκών ανέσεως για το χειμώνα και το καλοκαίρι. Έτσι θα πρέπει το χειμώνα να λειτουργεί μία πλήρης εγκατάσταση θερμάνσεως και το καλοκαίρι ένα συγκρότημα μηχανημάτων που θα μας εξασφαλίζει κρύο αέρα στο χώρο.

Πολλές φορές τα δυο συγκροτήματα, θερμάνσεως και ψύξεως, είναι εντελώς ανεξάρτητα μεταξύ τους και έτσι έχουμε τις περιπτώσεις θερμάνσεως με κοινά καλοριφέρ το χειμώνα και ψύξη με εντελώς ανεξάρτητο σύστημα ψύξεως το καλοκαίρι. Τα τελευταία όμως χρόνια, στις μελέτες των μοντέρνων οικοδομών, προβλέπεται η κοινή χρησιμοποίηση ορισμένων εξαρτημάτων της κλιματιστικής εγκαταστάσεως. Έτσι χρησιμοποιούνται, για ψύξη και θέρμανση, οι ίδιες κλιματιστικές συσκευές (με στοιχεία θερμάνσεως και ψύξεως), τα ίδια δίκτυα αεραγωγών προσαγωγής και απαγωγής, τα ίδια στόμια προσαγωγής και απαγωγής κλπ. Δηλαδή, όλη η εγκατάσταση από την κλιματιστική συσκευή και μετά, εξυπηρετεί και τη θέρμανση και την ψύξη. Με τον τρόπο αυτό, μειούται σημαντικά το κόστος των εγκαταστάσεων κλιματισμού και μπορούν τα δυο συστήματα (θερμάνσεως-ψύξεως) να συνεργάζονται και να παίρνουν εντολές για τη λειτουργία τους εντελώς αυτόματα, σε συνδυασμό με τις συνθήκες περιβάλλοντος και κλιματιζόμενου χώρου.

Το σύστημα θερμάνσεως μίας εγκαταστάσεως κλιματισμού περιλαμβάνει τα ακόλουθα κύρια εξαρτήματα:

- Το λέβητα
- Τον καυστήρα
- Τον κυκλοφορητή
- Τα στοιχεία θερμάνσεως της κλιματιστικής συσκευής και τα θερμαντικά σώματα

- Την καπνοδόχο
- Το ασφαλιστικό σύστημα
- Τη δεξαμενή πετρελαίου
- Τις σωληνώσεις νερού ή ατμού
- Το ηλεκτρικό σύστημα αυτοματισμού



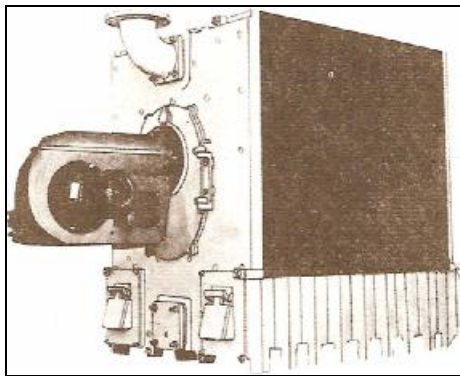
Σχήμα 12.1: Λεβητοστάσιο κεντρικής εγκαταστάσεως κλιματισμού

1.12.2 Ο λέβητας

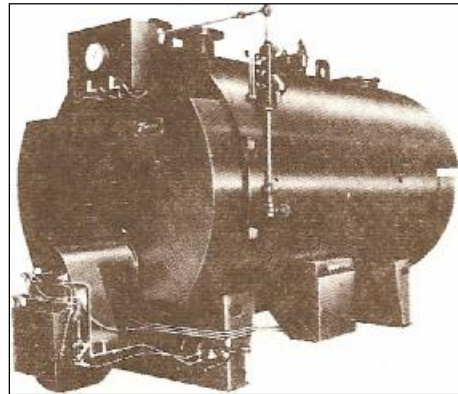
Ο λέβητας είναι η ψυχή θα λέγαμε του συστήματος θερμάνσεως. Τοποθετείται συνήθως στο υπόγειο της οικοδομής, χωρίς να αποκλείεται και η τοποθέτησή του στην οροφή. Στις εγκαταστάσεις κλιματισμού η θέση του λέβητα συνδυάζεται πάντα και με τη θέση των κλιματιστικών συσκευών, με τις οποίες θα θερμανθεί ο αέρας για να σταλεί κατόπιν στον κλιματιζόμενο χώρο. Συνήθως μελετάται ειδικός κατάλληλος χώρος για την εγκατάσταση του λέβητα γνωστός σαν λεβητοστάσιο.

Τους λέβητες διακρίνουμε στις ακόλουθες τρεις μεγάλες κατηγορίες:

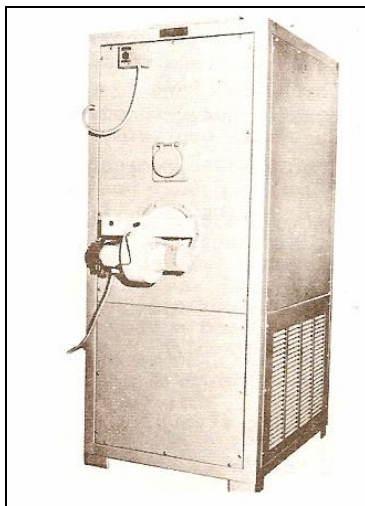
- Στους λέβητες νερού
- Στους λέβητες ατμού χαμηλής ή υψηλής πίεσεως
- Στους αερολέβητες.



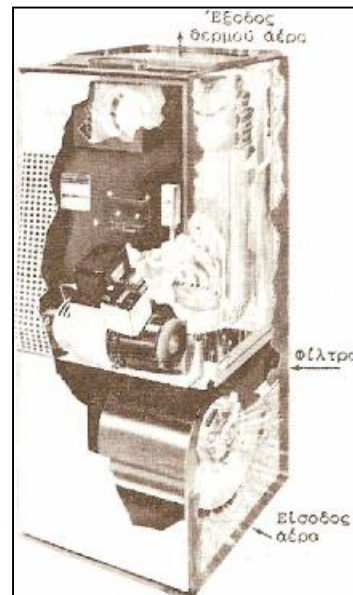
Α. Λυόμενος λέβητας από χυτοσίδηρο



Β. Ολόσωμος χαλύβδινος λέβητας ατμού



Γ. Αερολέβητας



Δ. Εσωτερική διαρρύθμιση αερολέβητα

Σχήμα 12.2: Διάφοροι τύποι λεβήτων

Οι λέβητες της πρώτης και της τρίτης κατηγορίας εξυπηρετούν μικρές και μέσες εγκαταστάσεις θερμάνσεως, ενώ οι λέβητες ατμού συναντώνται συνήθως σε εκτεταμένες εγκαταστάσεις

Επίσης οι λέβητες διακρίνονται ως προς το υλικό κατασκευής τους σε:

- Χυτοσιδηρούς και
- Χαλύβδινους ολόσωμους ή πολυμερείς.

Δυο από τα σπουδαιότερα χαρακτηριστικά στοιχεία των λέβητων, είναι η θερμαινόμενη επιφάνεια και η ειδική επιφόρτιση.

Θερμαινόμενη επιφάνεια ενός λέβητα είναι το σύνολο των μεταλλικών μερών αυτού που έρχονται σε άμεση επαφή με τις φλόγες και μετράται σε M^2 .

Ειδική επιφόρτιση ενός λέβητα είναι το ποσό της θερμότητας που αποδίδει, κάθε M^2 θερμαινόμενης επιφάνειας λέβητα, σε μία ώρα (σε συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας). Η ειδική επιφόρτιση μετράται σε $Kcal/hM^2$ και είναι, για τους Ελληνικούς λέβητες, ίση με $10.000 Kcal/hM^2$. Από τη θεωρητική αυτή τιμή των $10.000 Kcal/h M^2$, παίρνουμε σαν ωφέλιμη ισχύ μόνο το 80% δηλαδή $8.000 Kcal/h M^2$ και επομένως στους υπολογισμούς μας θα λαβαίνουμε υπόψη την μειωμένη αυτή τιμή.

Για να υπολογίσουμε την απαιτούμενη θερμαινόμενη επιφάνεια ενός λέβητα, ακολουθούμε την εξής πορεία:

- Υπολογίζουμε το σύνολο της εγκατεστημένης θερμικής ισχύος (θερμαντικών σωμάτων ή θερμαντικών στοιχείων) σε $Kcal/h$
- Προσαυξάνουμε την ευρεθείσα ισχύ κατά 10% έως 30% αναλόγως των ειδικών συνθηκών.
- Διαιρούμε τη νέα προσαυξημένη ισχύ διά της ειδικής επιφορτίσεως ($8000 Kcal/h M^2$) και βρίσκουμε την απαιτούμενη θερμαινόμενη επιφάνεια του λέβητα.

1.12.3 Ο καυστήρας

Ο καυστήρας είναι το τμήμα αυτό του συγκροτήματος θερμάνσεως, με το οποίο πραγματοποιείται η καύση του καυσίμου.

Οι καυστήρες διακρίνονται σε καυστήρες DIESEL και σε καυστήρες MAZOYT. Η χρήση των καυστήρων Μαζούτ για εγκαταστάσεις θερμάνσεως, τείνει να σταματήσει λόγω της μόλυνσεως που δημιουργούν στην ατμόσφαιρα τα καυσαέρια του Μαζούτ. πέραν τούτου, οι εγκαταστάσεις Μαζούτ δημιουργούν και πολλά προβλήματα συντηρήσεως που αυξάνουν το κόστος λειτουργίας τους σε σημαντικό βαθμό.

Για να καθορίσουμε το μέγεθος του καυστήρα, θα πρέπει να έχουμε την ισχύ του λέβητα σε Kcal/h και τη θερμογόνο δύναμη του καυσίμου που θα χρησιμοποιηθεί.

Θερμογόνος δύναμη ενός καυσίμου, είναι το ποσό της θερμότητας που αποδεσμεύεται από την καύση ενός (Kg) από το καύσιμο αυτό. Μετράται δε σε Kcal/Kg ή BTU/Lb.

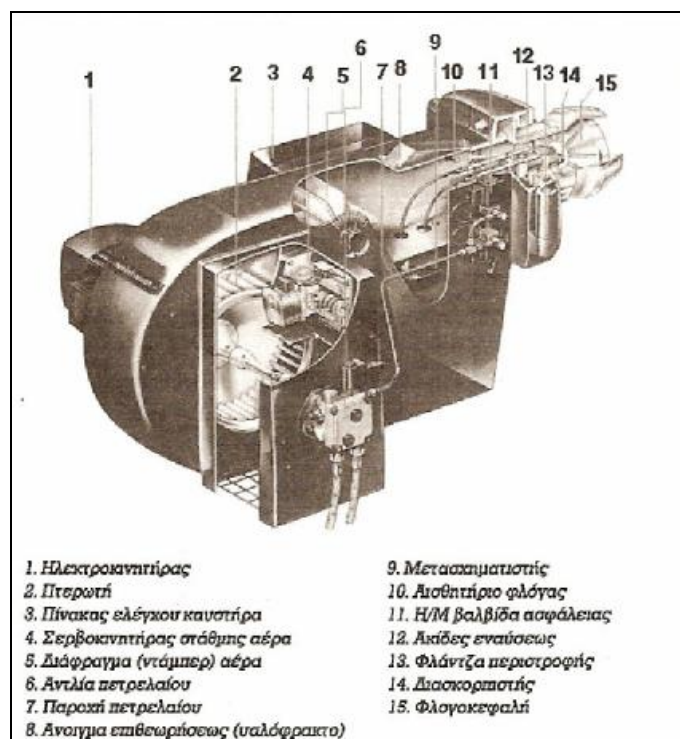
Η θερμογόνος δύναμη του DIESEL, που είναι και το κατ' εξοχήν καύσιμο των συστημάτων θερμάνσεως ,είναι 10.000 Kcal/kg. Η αποδιδόμενη όμως θερμογόνος δύναμη, εάν ληφθεί υπόψη βαθμός απόδοσης του λέβητα $\eta=0,80$, είναι 8.000 Kcal/kg. Για τον υπολογισμό του καυστήρα θα λαβαίνουμε υπ' όψη πάντα την αποδιδόμενη θερμογόνο δύναμη.

Η ικανότητα καύσεως ή η παροχή που πρέπει να έχει ο καυστήρας μιας εγκαταστάσεως δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$G = \frac{Q_l}{8.000} \quad (1)$$

Όπου: G= παροχή καυσίμου σε kg/h

Q= ισχύς λέβητα σε Kcal/h



Σχήμα 12.3: Κύρια χαρακτηριστικά καυστήρα πετρελαίου

Στην εικόνα του σχήματος (12.3) βλέπουμε την εσωτερική μορφή ενός καυστήρα DIEZEL με τα διάφορα εξαρτήματα που αποτελείται. Οι καυστήρες αυτού του τύπου διαθέτουν δύο ακροφύσια διασκορπισμού και πρόσθετες Η/Μ βαλβίδες πετρελαίου

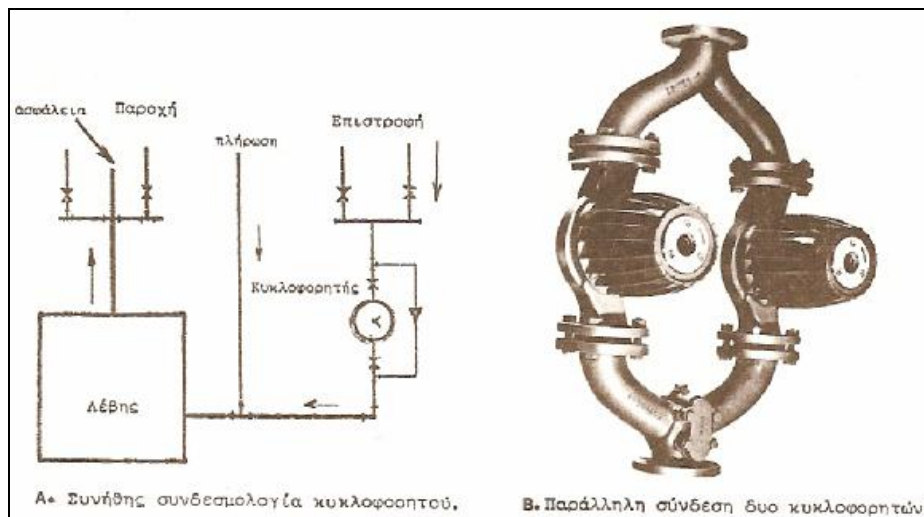
Ο καυστήρας είναι από τα σπουδαιότερα εξαρτήματα της εγκαταστάσεως και πρέπει να διατηρείται σε άριστη κατάσταση από απόψεως καθαριότητας των φίλτρων του και του μπεκ ψεκασμού καυσίμου. Επίσης θα πρέπει να είναι πάντα ρυθμισμένος από απόψεως αέρα-καυσίμου, για να έχουμε την καλύτερη δυνατή καύση και αύξηση του βαθμού αποδόσεως της εγκαταστάσεως.

Παρατήρηση. Σε περίπτωση που θέλουμε την παροχή του καυστήρα σε gal/h, διαιρούμε την ισχύ του λέβητα διά 25.000.

1.12.4 Ο κυκλοφορητής

Σκοπός του κυκλοφορητή είναι να δημιουργεί τέτοιες συνθήκες πίεσεως, ώστε να υπερνικούνται όλες οι αντιστάσεις τριβών του δικτύου και να έχουμε μία βεβιασμένη κυκλοφορία νερού ή ατμού στο δίκτυο της εγκαταστάσεως.

Ο κυκλοφορητής τοποθετείται κατά κανόνα στο δίκτυο επιστροφής επειδή η θέση αυτή παρουσιάζει κυρίως ορισμένα πλεονεκτήματα μακροζωίας. Πολλές φορές όμως θα συναντήσουμε τον κυκλοφορητή και στο δίκτυο προσαγωγής αμέσως μετά την έξοδο του νερού από τον λέβητα. Και η μία θέση και η άλλη παρουσιάζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.



Σχήμα 12.4: Κυκλοφορητής

Η επιλογή του κυκλοφορητή θα πρέπει να είναι προσεκτική, ώστε η ταχύτητα του νερού στις σωληνώσεις να μην υπερβαίνει ορισμένα όρια και δημιουργούνται έτσι υπερβολικές τριβές και ανεπίτρεπτος θόρυβος.

Στην είσοδο και στην έξοδο του κυκλοφορητή τοποθετούνται βάνες, ώστε

να είναι δυνατή η απομόνωση του δικτύου αν, λόγω βλάβης, χρειαστεί να βγάλουμε τον κυκλοφορητή από το δίκτυο, όπως φαίνεται και στην εικόνα (B) του σχήματος (12.4). Επίσης για την ελεύθερη κυκλοφορία του νερού, σε περίπτωση βλάβης του κυκλοφορητή, κατασκευάζεται ένα παράλληλο προς τον κυκλοφορητή δίκτυο, γνωστό σαν By-Pass, στο οποίο τοποθετείται βαλβίδα αντεπιστροφής (Check-Valve). Σε πολλές εγκαταστάσεις τοποθετείται και ένας εφεδρικός κυκλοφορητής, σε παράλληλη σύνδεση προς τον κύριο κυκλοφορητή, ώστε να εξασφαλιστεί η κυκλοφορία του νερού και σε περίπτωση βλάβης του κύριου κυκλοφορητή.

Η παροχή του κυκλοφορητή βρίσκεται με την ακόλουθη σχέση, που μας δίνει περίπου τα απαιτούμενα λίτρα ανά ώρα (lit/h) του νερού, που πρέπει να κυκλοφορεί ο κυκλοφορητής.

$$G = \frac{Q_l}{15} \quad (2)$$

Όπου: G= παροχή σε l/h

Q= Ισχύς του λέβητα

15= Η συνήθης πτώση θερμοκρασίας στα θερμαντικά στοιχεία

Εκτός της παροχής, ένα άλλο χαρακτηριστικό στοιχείο του κυκλοφορητή είναι και το **μανομετρικό ύψος** του. Ο κυκλοφορητής θα πρέπει να έχει μανομετρικό ύψος τέτοιας τιμής, ώστε να υπερνικά όλες τις αντιστάσεις τριβών που παρουσιάζει ο δυσμενέστερος κλάδος του δικτύου της εγκατάστασής.

Η κανονική διαδικασία υπολογισμού του μανομετρικού ύψους του κυκλοφορητή είναι η ακόλουθη:

- Καθορίζουμε την οριστική διάμετρο των σωληνώσεων.
- Βρίσκουμε το μήκος του δυσμενέστερου κλάδου του δικτύου (προσαγωγής και επιστροφής).
- Υπολογίζουμε, από σχετικούς πίνακες, τις αντιστάσεις τριβών των σωληνώσεων σε mm Υδάτ.Στήλης.
- Υπολογίζουμε τις αντιστάσεις τριβών όλων των εξαρτημάτων του κλάδου που εξετάζουμε (καμπύλες, βάνες, στοιχεία κλπ) σε mm Υδατ.Στήλης. Σε συνήθεις εγκαταστάσεις ανέρχονται σε 30% των αντιστάσεων των σωλήνων.
- Στο σύνολο των αντιστάσεων τριβών (σωληνώσεων και τμημάτων) προσθέτουμε 20 έως 30% και βρίσκουμε το απαιτούμενο μανομετρικό ύψος του κυκλοφορητή

1.12.5 Τα στοιχεία θερμάνσεως

Τα θερμαντικά στοιχεία είναι τα εξαρτήματα στα οποία θερμαίνεται ο αέρας για να σταλεί κατόπιν στο θερμαινόμενο χώρο. Τα θερμαντικά στοιχεία αποτελούν συνήθως ένα μέρος της κλιματιστικής συσκευής ή αποτελούν ανεξάρτητη τοπική πηγή θερμάνσεως ενός χώρου (FAN COIL κλπ). Βέβαια στις κοινές εγκαταστάσεις κεντρικής θερμάνσεως με ζεστό νερό, αντί για στοιχεία θερμάνσεως μπορεί να έχουμε διάφορους τύπους θερμαντικών σωμάτων.

Η εκλογή των στοιχείων θερμάνσεως μίας κλιματιστικής συσκευής, γίνεται από τους καταλόγους των κατασκευαστών, όταν έχουμε τα ακόλουθα στοιχεία:

- Τη θερμική ισχύ που επιθυμούμε να δίνει το στοιχείο σε Kcal/h ή BTU/h.
- Το ποσό του αέρα που θα περνά από το στοιχείο σε M³/h ή c.f.m.
- Τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της θερμοκρασίας του εισερχόμενου και

του εξερχόμενου νερού και

- τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του εισερχόμενου και του εξερχόμενου αέρα .

Οι διάφοροι, επίσης, τύποι θερμαντικών σωμάτων εκλέγονται από καταλόγους κατασκευαστών, αφού έχουμε υπολογίσει την απαιτούμενη θερμαντική ισχύ του χώρου που θα τοποθετηθεί το θερμαντικό σώμα, και τις διαστάσεις που πρέπει να έχει το σώμα. Το τελευταίο τούτο στοιχείο, πολλές φορές, δεν λαβαίνεται υπ' όψη από τους μελετητές, με αποτέλεσμα, να μη χωράνε τα σώματα που υποδεικνύονται από το μελετητή και να δημιουργούνται προβλήματα.

1.12.6 Η καπνοδόχος

Η καπνοδόχος φαίνεται να είναι ένα πολύ απλό εξάρτημα του συστήματος θερμάνσεως μίας εγκαταστάσεως κλιματισμού. Στην πραγματικότητα όμως παίζει έναν πολύ σπουδαίο ρόλο στη σωστή, αποδοτική και οικονομική λειτουργία του λέβητα της εγκαταστάσεως. Για το λόγο αυτό η εκλογή της πρέπει να είναι σωστή και η κατασκευή της πολύ προσεκτική.

Σκοπός της καπνοδόχου είναι αφ' ενός μεν η δημιουργία φυσικού ελκυσμού, αφ' ετέρου δε η τέλεια απαγωγή των καυσαερίων που δημιουργούνται από την καύση του πετρελαίου στο λέβητα.

Η διατομή που πρέπει να έχει η καπνοδόχος μίας εγκαταστάσεως εξαρτάται:

- Από το βάρος των καυσαερίων σε (Kg/h) που πρέπει να φύγουν προς την ατμόσφαιρα .
- Από το ύψος της καπνοδόχου σε (m).

Βέβαια το βάρος των καυσαερίων είναι ανάλογο με την ισχύ του λέβητα αφ' ενός, και αφ' ετέρου με το είδος και την ποιότητα του καυσίμου.

Η σχέση που μας δίνει την απαιτούμενη διατομή της καπνοδόχου σε (M^2) είναι η ακόλουθη:

$$S = \frac{R_h}{n \cdot \sqrt{h}} \quad (3)$$

όπου:

S : Η απαιτούμενη διατομή σε (m^2)

R_h : Το βάρος των καυσαερίων σε (Kg/h)

n : Συντελεστής μορφής της καπνοδόχου, που κυμαίνεται από 1100 έως 1600.

h : Το ύψος της καπνοδόχου σε (m)

Το βάρος των καυσαερίων βρίσκεται από την ακόλουθη σχέση (4):

$$R_h = 3,2 \cdot \frac{Q_l}{1000} \quad (4)$$

όπου Q_l είναι η ισχύς του λέβητα σε Kcal/h.

Κατά την κατασκευή της καπνοδόχου θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψη οι ακόλουθες τεχνικές λεπτομέρειες .

- Η διατομή της καπνοδόχου πρέπει να είναι ανάλογη της ισχύος της εγκαταστάσεως και του ύψους της καπνοδόχου.
- Η διατομή της καπνοδόχου πρέπει να είναι σταθερή καθ' όλο το ύψος της.
- Θα πρέπει να αποφεύγεται, κατά το δυνατό, η αλλαγή κατευθύνσεως της καπνοδόχου. Σε περίπτωση δε αλλαγής της κατευθύνσεως θα πρέπει να υπάρχει κλίση τουλάχιστον $30^\circ C$.
- Η τοποθέτηση της καπνοδόχου σε εκτιθέμενους εξωτερικούς τοίχους θα πρέπει να αποφεύγεται. Όταν όμως, τοποθετηθεί σε εξωτερικό τοίχο θα πρέπει να μονώνεται καλά.
- Η καπνοδόχος πρέπει να είναι απολύτως στεγανή, ώστε να μη εισχωρεί κρύος αέρας και εμποδίζεται έτσι ο ελκυσμός.
- Δεν επιτρέπεται τοποθέτηση καπνοδόχου μικρότερων διαστάσεων από

14x15 cm.

- Το ύψος της καπνοδόχου δεν πρέπει να είναι μικρότερο των 10m, γιατί δημιουργούνται προβλήματα ισορροπημένης λειτουργίας της εγκαταστάσεως και ενόχληση των περιοίκων από την παρουσία των καυσαερίων. Παρά ταύτα, πολλές φορές, έχουμε περιπτώσεις ύψους καπνοδόχου μικρότερης των 10 m (μονοκατοικίες, εκτεταμένες ισόγειες ή διώροφες οικοδομές κ.λ.π). Σ' αυτές τις περιπτώσεις θα πρέπει ο μελετητής να λάβει σοβαρά υπ' όψη του, τα προβλήματα που θα προκύψουν από το μικρό ύψος της καπνοδόχου και να δώσει τις καλύτερες δυνατές λύσεις.

1.13 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΘΕΡΙΝΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

1.13.1 Γενικά

Τον εξοπλισμό του συστήματος ψύξεως ή του θερινού κλιματισμού, όπως θα μπορούσε να ονομαστεί αποτελούν ένα σύνολο εξαρτημάτων, που έχουν σαν σκοπό να εξασφαλίσουν τις απαιτούμενες συνθήκες ανέσεως για το καλοκαίρι.

Ο κλιματισμός θα πρέπει να ελέγχει και να διατηρεί σε ικανοποιητικά όρια τους ακόλουθους κύριους παράγοντες:

- Τη θερμοκρασία.
- Την υγρασία.
- Την καθαρότητα του αέρα.
- Την ταχύτητα του αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο και
- Την στάθμη θορύβου.

Μόνον όταν και οι πέντε προαναφερθέντες παράγοντες διατηρούνται μέσα στα όρια που πρέπει, έχουμε την ατμόσφαιρα που χαρακτηρίζεται από άνεση και φρεσκάδα. Η τιμή της σχετικής υγρασίας για το καλοκαίρι και το χειμώνα θα πρέπει να διατηρείται στα όρια των 45% έως 55%.

Ο παράγων **θερμοκρασία** δεν μπορεί να είναι σταθερός για όλες τις

εποχές. Για τον καθορισμό της θερμοκρασίας του χώρου, θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψη δύο παράγοντες:

- Το είδος του χώρου (τράπεζα, σχολείο, κατοικία κλπ)
- Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος (χειμώνας ή καλοκαίρι).

Γενικά όμως, για τα Ελληνικά δεδομένα, θα μπορούσαμε να πούμε ότι μία θερμοκρασία 20 έως 22 °C για το χειμώνα ικανοποιεί το μεγαλύτερο ποσοστό των ανθρώπων. Για βορειότερες χώρες το όριο αυτό μειούται.

Το καλοκαίρι η ρύθμιση της θερμοκρασίας χρειάζεται περισσότερη προσοχή, για λόγους ανέσεως και οικονομικής λειτουργίας της εγκαταστάσεως. Ειδικά σε χώρους που γίνεται σύντομη παραμονή ανθρώπων, όπως οι τράπεζες, γραφεία κλπ., πρέπει να γίνεται ένας συσχετισμός της θερμοκρασίας του χώρου και της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Σε περίπτωση που ο συσχετισμός αυτός αγνοηθεί μπορεί να δημιουργηθούν επικίνδυνα κρυολογήματα από την απότομη αλλαγή της θερμοκρασίας που συναντούν αυτοί που επισκέπτονται τον κλιματιζόμενο χώρο. Ο κίνδυνος του κρυολογήματος προέρχεται από το γεγονός ότι ο οργανισμός του ανθρώπου έχει προσαρμοσθεί στην υψηλή θερμοκρασία του περιβάλλοντος και οι πόροι του είναι όλοι ανοικτοί. Όταν απότομα βρεθεί στη χαμηλή θερμοκρασία του κλιματιζόμενου χώρου, ο οργανισμός του δεν προφτάνει να αντιδράσει και να προσαρμοστεί στη νέα κατάσταση, με αποτέλεσμα να προκαλούνται "σοκ" ψύξεως (ανατριχιάσματα). Η σχέση (1) που ακολουθεί δίνει μία ικανοποιητική εκτίμηση της θερμοκρασίας των κλιματιζόμενων χώρων σε σχέση προς την θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

$$T_x = \frac{T_p + 20}{2} \quad (1)$$

όπου: T_x = Η θερμοκρασία του κλιματιζόμενου χώρου.

T_p = Θερμοκρασία περιβάλλοντος (25 έως 35 °C).

Για την εφαρμογή του τύπου (1), πρέπει η T_p να είναι μεταξύ 25°C και 35°C , που είναι και η πλέον συνηθισμένη περιοχή θερμοκρασίας περιβάλλοντος θέρους.

Η θερμοκρασία σ' ένα κλιματιζόμενο χώρο κατά το καλοκαίρι είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από εκείνη του χειμώνα. Σε ειδικές βέβαια περιπτώσεις, κυρίως βιομηχανικού κλιματισμού, δυνατόν να απαιτείται σταθερή θερμοκρασία χειμώνα και καλοκαίρι (περίπτωση χώρων ηλεκτρονικών υπολογιστών, μηχανημάτων τηλεπικοινωνίας, επιστημονικά εργαστήρια μετρήσεων κλπ).

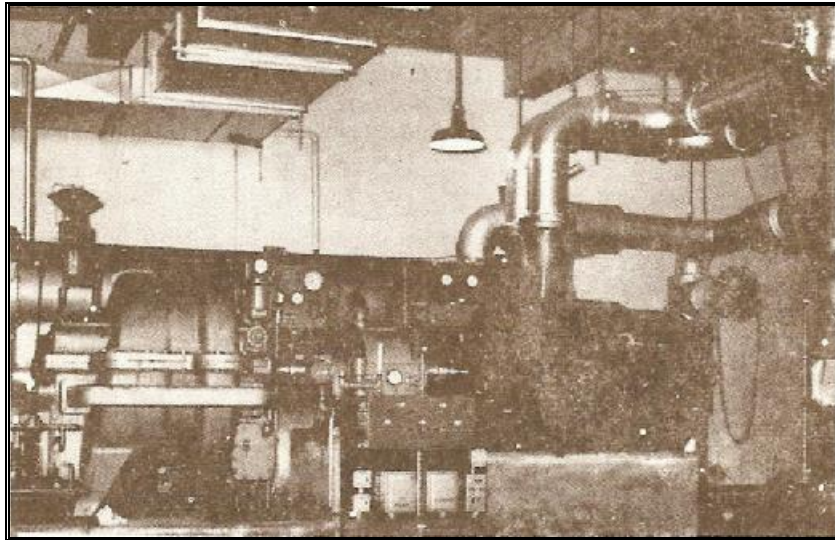
Για το θερινό κλιματισμό (ψύξη) των χώρων, χρησιμοποιούνται μηχανήματα ψύξεως, των οποίων η ποικιλία είναι τόσο μεγάλη, που η περιγραφή τους θα δημιουργούσε πρόβλημα χώρου. Γενικά όμως θα μπορούσαμε να πούμε ότι κάθε κλιματιστική συσκευή θέρους είναι μία πλήρης ψυκτική μηχανή με τα γνωστά σε όλους μας κύρια εξαρτήματα, που είναι:

- Ο συμπιεστής.
- Ο συμπυκνωτής.
- Ο εκτονωτής (εκτονωτική βαλβίδα).
- Ο ψύκτης (εξατμιστής ή εξαερωτής ή ψυκτ. στοιχείο).
- Τα ηλεκτρικά εξαρτήματα αυτοματισμού.

1.13.2 Κεντρικά συστήματα θερινού κλιματισμού

Για τον πλήρη κλιματισμό ενός οικήματος, εκτός του συστήματος θερμάνσεως, χρειάζεται και το συγκρότημα του θερινού κλιματισμού ή σύστημα ψύξεως. Κεντρικός κλιματισμός εφαρμόζεται συνήθως σε οικοδομές των οποίων οι απαιτήσεις σε ψύξη ξεπερνούν τους 25 ψυκτικούς τόνους (RT) και η παροχή σε αέρα ανέρχεται περίπου στα 10.000cfm (17000 M^3/h). Όταν οι

απαιτήσεις της οικοδομής παρουσιάζονται μικρότερες των 25 (RT), θα πρέπει να προτιμάται η λύση των αυτόνομων ημικεντρικών κλιματιστικών μηχανημάτων, γιατί η εγκατάσταση και η λειτουργία τους έχει αποδειχτεί πιο οικονομική.



Σχήμα 13.1: Μηχανοστάσιο κεντρικής εγκαταστάσεως κλιματισμού.

Στο σχήμα (13.1) φαίνεται μια γενική άποψη μηχανοστασίου μιας κεντρικής κλιματιστικής εγκαταστάσεως.

Μια κεντρική κλιματιστική εγκατάσταση θέρους που η λειτουργία της βασίζεται στη μέθοδο ψύξεως διά συμπίεσεως, περιλαμβάνει συνήθως τα ακόλουθα κύρια εξαρτήματα:

- Τον ψύκτη του νερού (Chiller)
- Την κλιματιστική μονάδα
- Τον πύργο ψύξεως
- Το δίκτυο σωληνώσεων
- Το δίκτυο αεραγωγών
- Τις αντλίες (κυκλοφορητές) νερού
- Το σύστημα αυτοματισμού

Παρά το γεγονός, ότι σε όλες σχεδόν τις εγκαταστάσεις θερινού κλιματισμού συναντάμε τα ίδια πάντα εξαρτήματα, όπως αναφέρθηκαν προηγουμένως, δεν συμβαίνει το ίδιο και με την διαδικασία επεξεργασίας του αέρα που θα σταλεί στο κλιματιζόμενο χώρο.

Βασικά μπορούμε να διακρίνουμε τρεις κατηγορίες εγκαταστάσεων κεντρικού κλιματισμού που είναι οι ακόλουθες:

- Εγκαταστάσεις με μια κεντρική κλιματιστική μονάδα που στέλνει πλήρως κλιματισμένο αέρα σε όλη την οικοδομή ή σε ορισμένες ζώνες αυτής.
- Εγκαταστάσεις με κεντρικό ψύκτη νερού (Chiller), που τροφοδοτεί κλιματιστικές μονάδες (ανάλογου ικανότητας) τοποθετημένες κοντά στο χώρο που θα κλιματίσουν (π.χ. σε κάθε όροφο ή σε κάθε ζώνη ενός ορόφου κλπ).
- Εγκαταστάσεις με κεντρικό ψύκτη νερού (Chiller) και "Fan Coils" που τροφοδοτούνται από τον ψύκτη. Η όλη επεξεργασία του αέρα πραγματοποιείται στις μονάδες αυτές.
- Εγκαταστάσεις στις οποίες ο αέρας επεξεργάζεται μερικώς, από κεντρικές κλιματιστικές μονάδες, δηλαδή προκλιματίζεται) και η τελική φάση του κλιματισμού συμπληρώνεται με τοπικές κλιματιστικές συσκευές τύπου επαγωγής (induction units).
- Τέλος δυνατόν να συναντήσουμε συνδυασμούς των ανωτέρω διατάξεων των συσκευών κλιματισμού του αέρα προκειμένου να πετύχουμε καλύτερα αποτελέσματα και οικονομικότερη λειτουργία της εγκαταστάσεως.

Αν ληφθούν υπ' όψη όλοι οι παράγοντες που υπεισέρχονται στην μελέτη και κατασκευή μιας εγκαταστάσεως κλιματισμού, μπορούμε να πούμε, σαν γενικό κανόνα, **ότι μια εγκατάσταση γίνεται οικονομικότερη με την κατασκευή σωληνώσεων κρύου-ζεστού νερού, ή ψυκτικού ρευστού, που θα**

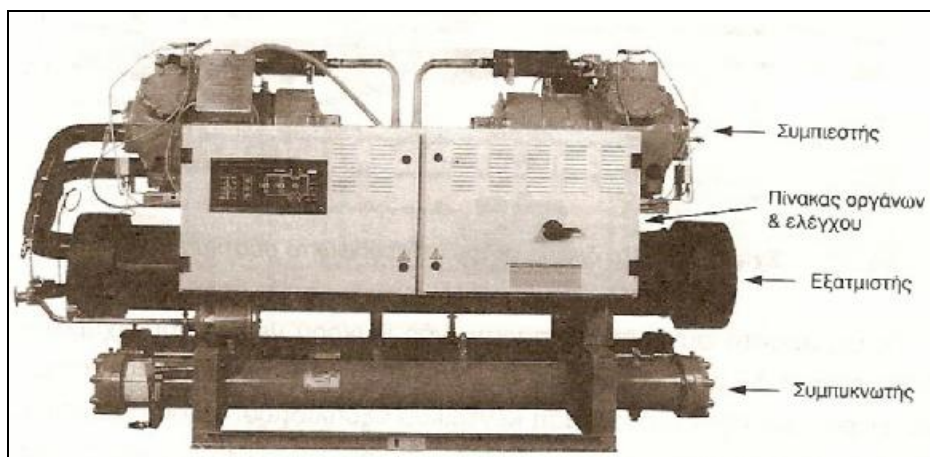
τροφοδοτούν διάφορες μικρές, μονάδες, παρά με την κατασκευή εκτεταμένων δικτύων αεραγωγών προσαγωγής, και επιστροφής, που συνδέουν μια πολύ μεγάλη κεντρική κλιματιστική μονάδα με τους κλιματιζόμενους χώρους.

1.13.3 Ο ψύκτης νερού (CHILLER)

Ο ψύκτης νερού, είναι ένα πλήρες ψυκτικό συγκρότημα το οποίο περιλαμβάνει όλα τα βασικά εξαρτήματα μιας ψυκτικής μηχανής. Σκοπός του είναι να ψύχει ένα ψυκτικό ενδιάμεσο (κατά κανόνα νερό) το οποίο εν συνεχεία κυκλοφορεί στο στοιχείο ψύξεως της κλιματιστικής συσκευής για να ψύξει με τη σειρά του τον αέρα που θα σταλεί στον κλιματιζόμενο χώρο.

Τα κύρια εξαρτήματα τα οποία περιλαμβάνονται στο συγκρότημα του ψύκτη (Chiller) είναι:

- Ο συμπιεστής
- Ο συμπυκνωτής
- Ο εξατμιστής
- Η εκτονωτική βαλβίδα
- Ο πίνακας οργάνων και χειριστηρίων διακοπών

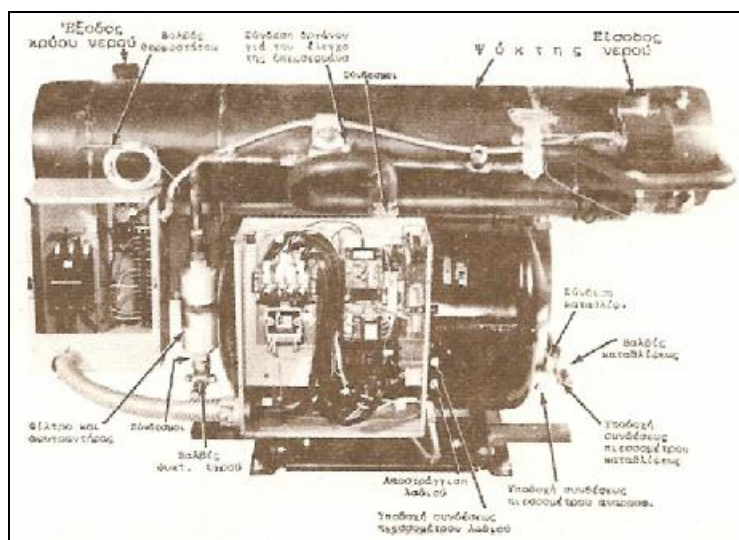


Σχήμα 13.2: Ψύκτης νερού

Το σχήμα (13.2) παρουσιάζει ένα μοντέρνο συγκρότημα ψύξεως (Chiller), κατάλληλο για ψύξη νερού για την τροφοδότηση κεντρικών κλιματιστικών μονάδων ή Fan coils. Περιλαμβάνει ημίκλειστο παλινδρομικό συμπιεστή, υδρόψυκτο συμπυκνωτή που αποτελείται από **σωλήνες εντός μεταλλικού κελύφους** και ψύκτη (εξατμιστή) ίδιου τύπου με το συμπυκνωτή. Το χρησιμοποιούμενο ψυκτικό ρευστό είναι το φρέον 22 (R_{22}).

Η ποικιλία των chillers είναι πολύ μεγάλη. Όμως θα μπορούσαμε να διακρίνουμε τις ακόλουθες κατηγορίες ψυκτών (chillers):

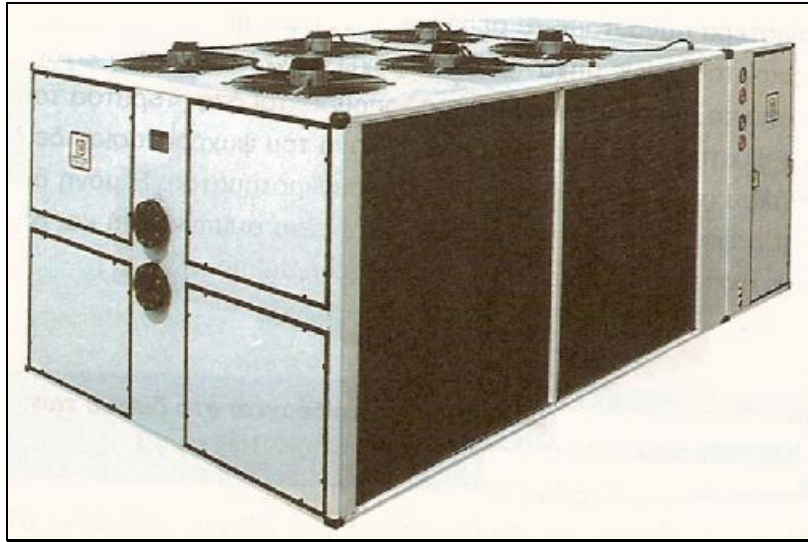
- Ψύκτες με ερμητικά κλειστό συμπιεστή, παλινδρομικού τύπου και αερόψυκτο συμπυκνωτή.
- Ψύκτες με παλινδρομικούς συμπιεστές ημίκλειστου τύπου με υδρόψυκτους ή αερόψυκτους συμπυκνωτές
- Ψύκτες με συμπιεστές ανοικτού τύπου με υδρόψυκτους ή αερόψυκτους συμπυκνωτές.
- Ψύκτες, με φυγοκεντρικούς συμπιεστές και υδρόψυκτους συμπυκνωτές.



Σχήμα 13.3: Ψύκτης νερού με αερόψυκτο συμπυκνωτή

Ένας ψύκτης νερού κλιματιστικής εγκαταστάσεως με ερμητικά κλειστό συμπιεστή φαίνεται στο σχήμα (13.3). Για την ψύξη και την συμπύκνωση του

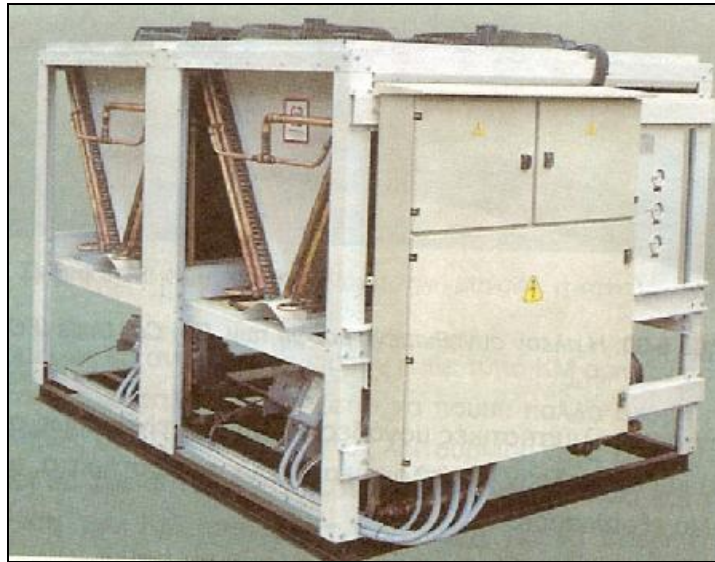
ψυκτικού ρευστού χρησιμοποιείται αερόψυκτος συμπυκνωτής κατάλληλης ικανότητας για την συμπύκνωση του ψυκτικού. Οι μονάδες, αυτές κατασκευάζονται συνήθως για ψυκτική ικανότητα 10 έως 30 ψυκτικούς τόνους (RT) πολύ σπάνια δε και σε μεγαλύτερη ικανότητα.



Σχήμα 13.4: Αερόψυκτο συγκρότημα, κλειστό σε μεταλλική κατασκευή

Είναι δυνατόν βέβαια να συναντήσουμε και αερόψυκτους ψύκτες νερού (chillers) στους οποίους όλα τα εξαρτήματα (ο συμπιεστής, ο αερόψυκτος συμπυκνωτής, ο ψύκτης κ.λ.π) βρίσκονται τοποθετημένα μέσα σε μία μεταλλική κατασκευή κατάλληλη να τοποθετηθεί στο ύπαιθρο (π.χ. στην οροφή της οικοδομής) όπως φαίνεται στο σχήμα (13.4). Οι ψύκτες αυτού του τύπου είναι γνωστοί σαν "packaged air cooled chillers" και προτιμάται η χρήση τους, όπου υπάρχει σοβαρό πρόβλημα χώρου για μηχανοστάσιο. Γενικώς θα λέγαμε ότι οι αερόψυκτοι ψύκτες νερού (chiller) παρουσιάζουν το πλεονέκτημα του μικρού κόστους εγκατάστασής και συντηρήσεως μια και δεν απαιτείται πύργος ψύξεως και σωληνώσεις νερού για την ψύξη του συμπυκνωτή που δημιουργούν σοβαρά οικονομικά προβλήματα. Όμως θα πρέπει να πούμε ότι παρουσιάζουν και μειονεκτήματα μερικά των οποίων είναι:

- Η ικανότητά του είναι περιορισμένη.
- Η απόδοσή τους επηρεάζεται σοβαρά από τις καιρικές συνθήκες
- Η λειτουργία τους είναι θορυβώδης.
- Η ανά ψυκτ. τόνο απαιτούμενη ολική ισχύς είναι μεγαλύτερη από εκείνη που απαιτείται στα chillers με υδρόψυκτο συμπυκνωτή.



Σχήμα 13.5: Αερόψυκτο συγκρότημα, τελείως ανοικτό

Το σχήμα (13.5) παρουσιάζει ένα ψύκτη νερού για κεντρικό κλιματισμό τύπου "packaged" 100 (RT), η χρήση του οποίου λύνει πολλά προβλήματα πολύτιμου χώρου στις μικρές και μέσες εγκαταστάσεις μία και τοποθετείται στο ύπαιθρο και βεβαίως ξεπερνιέται το πρόβλημα του κόστους εγκαταστάσεως και συντηρήσεως του συγκροτήματος ψύξεως

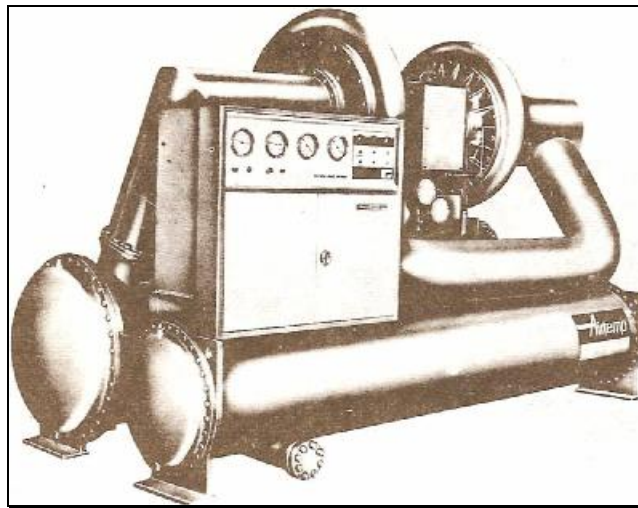
Στις μεγάλες βέβαια εγκαταστάσεις είναι αναγκαία η χρησιμοποίηση ψυκτών (chillers), με υδρόψυκτο συμπυκνωτή, γιατί όπως είπαμε και προηγουμένως η δυνατότητα των αερόψυκτων μονάδων είναι περιορισμένη

Οι υδρόψυκτες μονάδες ψύξεως νερού διακρίνονται συνήθως σε δυο κατηγορίες, όσον αφορά το είδος του συμπιεστή που χρησιμοποιείται. Οι κατηγορίες αυτές των ψυκτών είναι:

- Ψύκτες με παλινδρομικούς συμπιεστές και Ψυκτικό φρέον (R_{22}) και

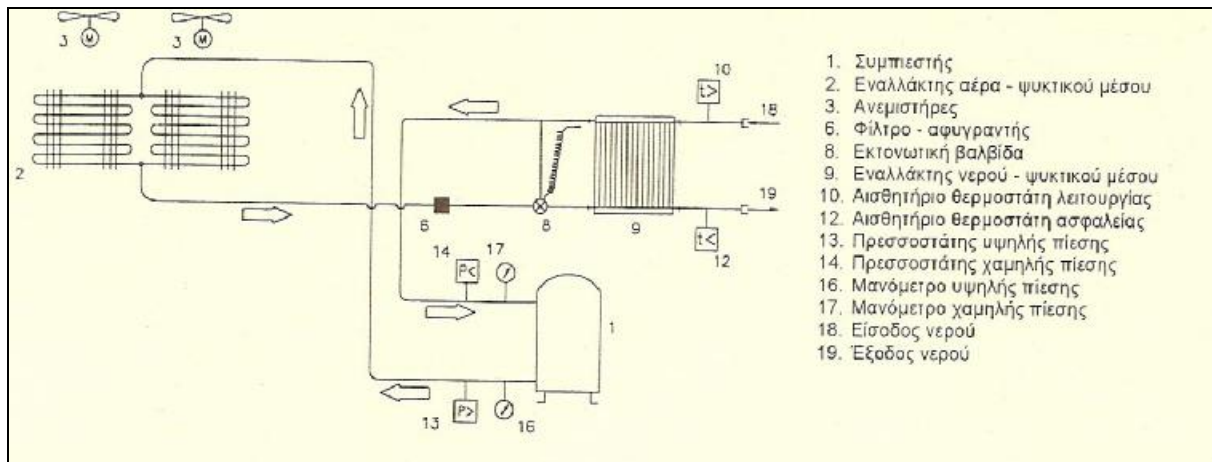
- Ψύκτες με φυγοκεντρικούς συμπιεστές και Ψυκτικό φρέον (R_{11} ή R_{113})

Ένα συγκρότημα, ψύκτου νερού κεντρικού κλιματισμού με παλινδρομικό συμπιεστή φαίνεται στο σχήμα (13.2), ενώ το σχήμα (13.6) παρουσιάζει ένα μοντέρνο ψύκτη (chiller) με φυγοκεντρικό συμπιεστή



Σχήμα 13-16: Ψύκτης νερού με φυγόκεντρο συμπιεστή

Η αρχή λειτουργίας των φυγοκεντρικών συμπιεστών είναι η αυτή με τη λειτουργία των φυγοκεντρικών ανεμιστήρων. Το περιστρεφόμενο μέρος του φυγοκεντρικού συμπιεστή (φτερωτή) φέρει πτερύγια με τα οποία αναρροφά τον χαμηλής πίεσεως ατμό του φρέον (R_{11}) και εν συνεχεία τον καταθλίβει, φυγοκεντρικώς, προς το συμπυκνωτή. Κατά κανόνα οι φυγοκεντρικοί συμπιεστές συναντώνται με βαθμίδες συμπίεσεως περισσότερες της μιας. Έχουν κατασκευαστεί συμπιεστές μέχρι και δεκαέξι βαθμιδών συμπίεσεως.



Σχήμα 13.7:Κύκλωμα ψύκτη νερού

Στο Σχήμα (13.7) δίδεται σχηματικά το κύκλωμα αερόψυκτου ψύκτη νερού (σειρά FAWC SCR) με έναν συμπιεστή.

Το ψυκτικό μέσο, με την μορφή αερίου, οδηγείται μετά τον συμπιεστή (σημείο 1) στον εναλλάκτη αέρα - ψυκτικού μέσου (σημείο 2). Κατά την είσοδο στον εναλλάκτη το αέριο έχει θερμοκρασία μεγαλύτερη από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος και υψηλή πίεση. Στον εναλλάκτη το αέριο ψυκτικό μέσο ψύχεται από την ροή του αέρα (λειτουργία ανεμιστήρων) (σημείο 3) και υγροποιείται υπό σταθερή σχεδόν πίεση. Ο εναλλάκτης δηλαδή, λειτουργεί σαν συμπυκνωτής του ψυκτικού μέσου στην λειτουργία της ψύξης.

Στην συνέχεια το υγρό ψυκτικό μέσο οδηγείται στο φίλτρο / αφυγραντή (σημείο 6) και από εκεί στην εκτονωτική βαλβίδα (σημείο 8), όπου η πίεση του μειώνεται απότομα (στραγγαλισμός) και μετά οδηγείται στον εναλλάκτη νερού - ψυκτικού μέσου (σημείο 9). Κατά την είσοδό του στον εναλλάκτη το ψυκτικό μέσο, σε μορφή μίγματος υγρού και αερίου, έχει χαμηλή θερμοκρασία και πίεση. Εκεί απορροφά ενέργεια από το νερό και μετατρέπεται εξ' ολοκλήρου σε αέριο, ενώ το νερό ψύχεται. Ο εναλλάκτης, με τις συνθήκες αυτές, λειτουργεί σαν εξατμιστής του ψυκτικού μέσου (πάντοτε βέβαια στην λειτουργία της ψύξης).

Από τον εναλλάκτη νερού - ψυκτικού μέσου (σημείο 9), το ψυκτικό μέσο σε μορφή αερίου αναρροφάται από τον συμπιεστή (σημείο 1), όπου συμπιέζεται

και οδηγείται και πάλι προς τον εναλλάκτη αέρα - ψυκτικού μέσου (σημείο 2) και έτσι συμπληρώνεται ο κύκλος λειτουργίας.

Σε περίπτωση μη επαρκούς ροής αέρα στον εναλλάκτη αέρα-ψυκτικού μέσου, μειώνεται ο ρυθμός συμπύκνωσης του ψυκτικού μέσου και αυξάνεται η πίεση στην κατάθλιψη του συμπιεστή.

Αν η πίεση υπερβεί τα 27 bar για R 22 και R407 c ή τα 17 bar για R 134a, διακόπτεται η λειτουργία του συγκροτήματος με την βοήθεια του πρεσοστάτη υψηλής πίεσης, ο οποίος συνδέεται στην έξοδο του συμπιεστή.

Στην περίπτωση μη επαρκούς ροής νερού από τον εναλλάκτη νερού - ψυκτικού μέσου, κατά την εξάτμιση του ψυκτικού αερίου, υπάρχει κίνδυνος να κατέβει η θερμοκρασία του νερού πολύ χαμηλά και να παγώσει. Στην περίπτωση αυτή, όταν η θερμοκρασία του νερού φθάσει τους 4 °C διακόπτεται η λειτουργία του συγκροτήματος (θερμοστάτης ασφαλείας).

1.13.4 Το σύστημα λιπάνσεως

Η λίπανση των διαφόρων περιστρεφόμενων μερών γίνεται με κλειστό κύκλωμα λαδιού σαν αυτό του σχήματος (13.8).

Το κλειστό αυτό κύκλωμα λαδιού περιλαμβάνει τα εξής κύρια εξαρτήματα:

- Δεξαμενή λαδιού.
- Αντλία λαδιού.
- Φίλτρο ξένων σωμάτων-αφυγραντήρα.
- Αντιστάσεις θερμάνσεως του λαδιού
- θερμοστάτη του κυκλώματος αντιστάσεων.
- Διαφορικό πρεσοστάτη λαδιού.
- Όργανα πίεσεως και θερμοκρασίας λαδιού.

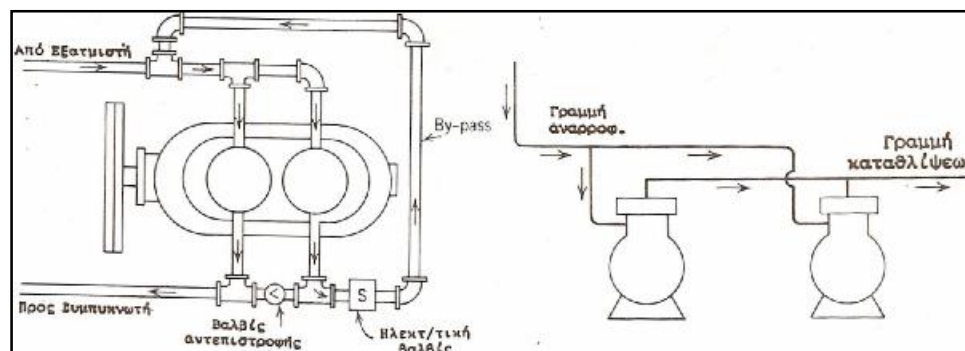
Στην δεξαμενή λαδιού βρίσκεται το λάδι λιπάνσεως και από εκεί με τη βοήθεια της αντλίας στέλνεται στα κουζινέτα του φυγοκεντρικού συμπιεστή

μάλιστα να υπάρχουν και ενδιάμεσες τιμές της ικανότητας του συμπιεστή . Με το τρόπο αυτό έχουμε οικονομικότερη λειτουργία της εγκατάστασής και πιο άνετη λειτουργία του συμπιεστή .

1.13.5 Ο έλεγχος της ικανότητας (capacity control)

Η αυξομείωση της ικανότητας στους φυγοκεντρικούς συμπιεστές (capacity control) πραγματοποιείται με έναν από τους ακόλουθους τρόπους:

- Με τη μεταβολή της ταχύτητας του συμπιεστή
- Με τη μεταβολή της πίεσης αναρροφήσεως μέσω ηλεκτροκίνητης βαλβίδας προοδευτικής λειτουργίας
- Με τη μεταβολή της θερμοκρασίας συμπυκνώσεως αυξομειώνοντας την ποσότητα του νερού του συμπυκνωτή.



Σχήμα 13.9:

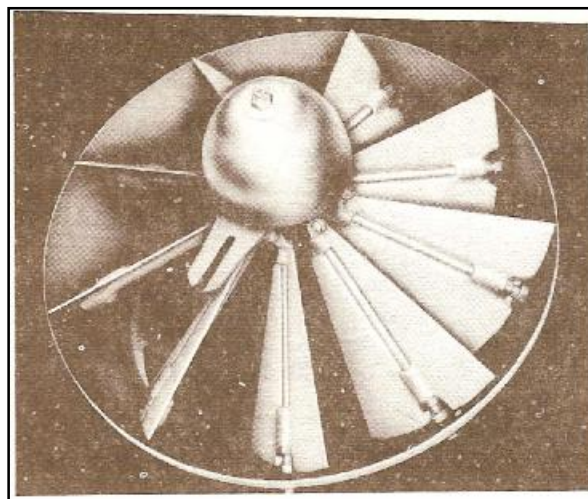
A: Διάταξη παρακάμψεως παλινδρομικού συμπιεστή **B:** Διάταξη παράλληλων συμπιεστών

Εκτός από τους τρόπους που αναφέρθηκαν πιο πάνω, στους παλινδρομικούς συμπιεστές η αυξομείωση της ικανότητας πραγματοποιείται και με παράκαμψη ενός ή και περισσοτέρων κυλίνδρων γνωστοί σαν "unloaders". Μια άλλη μέθοδος ελέγχου της ικανότητας του συγκροτήματος συμπιέσεως είναι η χρήση δυο συμπιεστών. Όταν η ζήτηση είναι μικρή η εγκατάσταση δουλεύει με τον ένα συμπιεστή. Μπαίνει σε λειτουργία και ο

δεύτερος συμπίεστής όταν το φορτίο της εγκαταστάσεως αυξάνεται σημαντικά. Στην περίπτωση χρήσεως δυο συμπίεστών για τον έλεγχο της ικανότητας, δεν αποκλείεται και η παράλληλη χρησιμοποίηση μερικών κυλίνδρων με σύστημα παρακάμψεως (unloaders). Έτσι έχουμε ρύθμιση της ικανότητας του συμπίεστή σε μεγάλα όρια.

Στην εικόνα Α του σχήματος (13.9) φαίνεται μία διάταξη παρακάμψεως ενός κυλίνδρου συμπίεστή για τη ρύθμισή της ικανότητάς του σε περιπτώσεις μικρών απαιτήσεων της εγκαταστάσεως. Στη διπλανή εικόνα (13.9B) φαίνεται μία στοιχειώδης διάταξη δυο παράλληλων συμπίεστών με σκοπό τη διαφοροποίηση της ικανότητας της εγκαταστάσεως.

Το πλεονέκτημα της μεθόδου των δυο συμπίεστών είναι ότι σε περίπτωση βλάβης του ενός, μπορεί να εξυπηρετήσει την εγκατάσταση ο άλλος, έστω και με κάποια μειωμένη απόδοση.



Σχήμα 13.10: Πτερύγια συμπίεστή

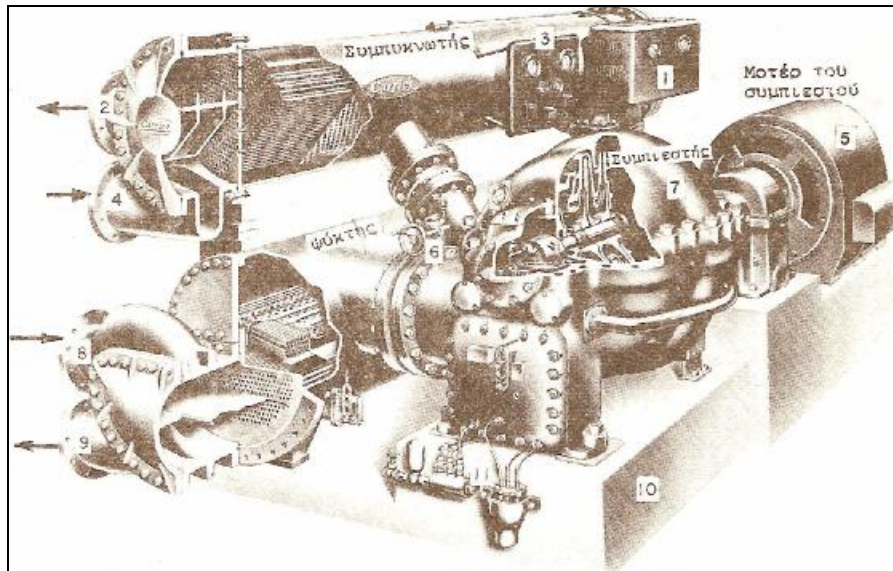
Στις μεγάλες εγκαταστάσεις που το μοτέρ του συμπίεστή τραβάει μεγάλες εντάσεις κατά την εκκίνηση, παίρνονται μέτρα κατά των υπερεντάσεων εκκινήσεως. Έτσι, εκτός του αυτόματου διακόπτη εκκινήσεως αστέρα-τριγώνου, για την μείωση της εντάσεως εκκινήσεως, έχει τοποθετηθεί στην αναρρόφηση του φυγοκεντρικού συμπίεστή ένα σύστημα κινουμένων

πτερυγίων που ελέγχονται ηλεκτρονικώς και κινούνται υδραυλικώς. Κατά την εκκίνηση τα πτερύγια είναι κλειστά, πράγμα που εμποδίζει την ανάπτυξη πιέσεως καταθλίψεως. Με τον τρόπο, αυτό, το μοτέρ απαλλάσσεται από το επιπρόσθετο φορτίο λόγω της παρουσίας της πιέσεως καταθλίψεως και η εκκίνηση γίνεται ομαλή και με σχετικά μικρή ένταση εκκινήσεως. Όταν ο συμπιεστής αναπτύξει την ονομαστική του ταχύτητα, τα πτερύγια ανοίγουν αυτομάτως. Στο σχήμα (13.10) φαίνεται ένα τέτοιο σύστημα κινουμένων πτερυγίων.

Ο **οικονομητής** είναι ένα άλλο εξάρτημα για την οικονομική λειτουργία της εγκαταστάσεως. Όταν τα φορτία της εγκαταστάσεως ελαττωθούν, ενεργοποιείται το σύστημα του οικονομητή και ένα μέρος του ψυκτικού που έρχεται από το συμπυκνωτή οδηγείται κατ' ευθείαν στη δεύτερη (τελευταία) βαθμίδα συμπίεσεως του συμπιεστή. Έτσι το ψυκτικό δεν ακολουθεί όλο την κανονική πορεία, αλλά παρακάμπτοντας πολλά από τα εξαρτήματα της μονάδας ακολουθεί ένα βραχύ κύκλο. Με το τρόπο αυτό η μονάδα δουλεύει ξεκούραστα και επομένως περιορίζονται οι φθορές, και η απαιτούμενη ενέργεια για τη λειτουργία της μειώνεται.

Από τον οικονομητή συνήθως παίρνεται και ψυκτικό υγρό για την ψύξη του μοτέρ του συμπιεστή.

Οι ταχύτητες στις οποίες δουλεύουν οι φυγοκεντρικοί συμπιεστές ποικίλουν από 4.000 RPM, στους συμπιεστές της τάξεως των 1000 έως 2000 ψυκτικών τόνων (RT) έως 8.000 RPM που είναι η συνήθης ταχύτητα στους μικρής και μέσης ισχύος συμπιεστές. Ο ηλεκτροκινητήρας στρέφεται με την σύγχρονη ταχύτητά του και κατόπιν μέσω συστήματος γραναζιών αυξάνεται η ταχύτης στον άξονα του φυγοκεντρικού συμπιεστή.



Σχήμα 13.11: Γενική διάταξη ενός Chiller με φυγοκεντρικό συμπιεστή

Οι φυγοκεντρικοί συμπιεστές είναι κατάλληλοι για εγκαταστάσεις από 250 έως 3.000 Ψυκτ. τόνους και έχουν το πλεονέκτημα να εργάζονται με πολύ ικανοποιητικό βαθμό αποδόσεως και σε περιπτώσεις που οι απαιτήσεις της εγκαταστάσεως πέσουν και κάτω του 40% της ονομαστικής ισχύος.

Μία συνήθης εγκατάσταση ψύκτου (chiller) με φυγοκεντρικό συμπιεστή έχει περίπου τα ακόλουθα στοιχεία πιέσεων και θερμοκρασιών:

- Πίεση εξατμίσεως: 15,5 IN Υδραργ. Στήλης κενό (7PSIA)
- Θερμοκρασία εξατμίσεως: 4,5° C (40° F)
- Πίεση συμπυκνώσεως: 6,5 Lb/IN² (21PSIA)
- Θερμοκρασία συμπυκνώσεως: 34° C(93° F)
- Θερμοκρασία εξερχομ. ψυχρού νερού: 9° C (48° F)
- Θερμοκρασία επιστρεφ. στον ψύκτη νερού: 14,5° C (S8° F)
- Θερμοκρασία εισερχ. νερού στο συμπυκνωτή: 29,5° C(85° F)
- Θερμοκρασία εξερχ. νερού από το συμπυκνωτή: 35° C(95° F)

1.13.6 Ο συμπυκνωτής

Στο συμπυκνωτή μιας μονάδας ψύξεως πραγματοποιείται η συμπύκνωση (υγροποίηση) του ψυκτικού αερίου που καταθλίβεται από τον συμπιεστή. Για να υγροποιηθεί το ψυκτικό αέριο πρέπει ο συμπυκνωτής να έχει την ικανότητα να αποβάλει:

- Τη θερμότητα που παρέλαβε το ψυκτικό στον εξατμιστή, κατά τη φάση της εξατμίσεως του (Λανθάνουσα θερμότητα εξατμίσεως).
- Τη θερμότητα συμπίεσεως και
- Τη θερμότητα που παραλαμβάνει το ψυκτικό κατά την επαφή του με τις τριβόμενες ζεστές επιφάνειες του συμπιεστή (κύλινδροι έμβολα κ.λ.π.)

Οι συμπυκνωτές των κλιματιστικών μονάδων διακρίνονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες με βάση το μέσο ψύξεώς του. Έτσι έχουμε:

- Τους αερόψυκτους συμπυκνωτές
- Τους υδρόψυκτους και
- Τους εξατμιστικούς (evaporative) συμπυκνωτές.

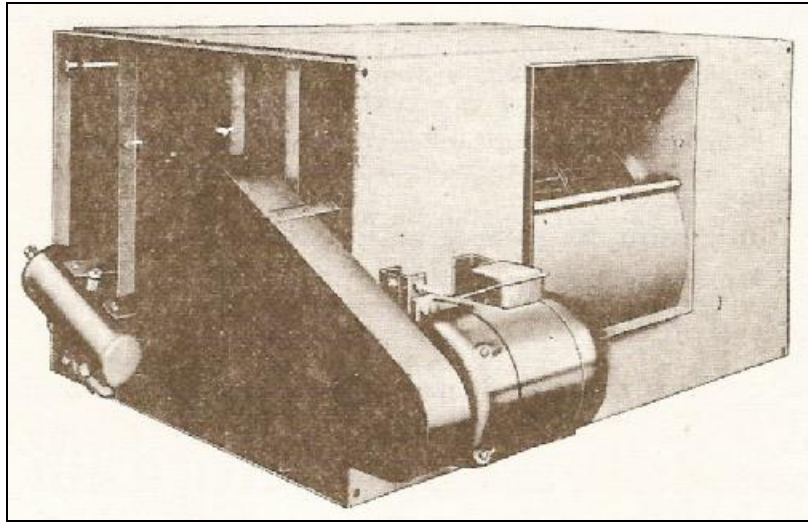
1.13.7 Οι αερόψυκτοι συμπυκνωτές

Οι αερόψυκτοι συμπυκνωτές συναντώνται συνήθως σε μικρές και μέσες εγκαταστάσεις και πολύ σπάνια σε μεγάλες εγκαταστάσεις, όταν υπάρχει πρόβλημα νερού και η λειτουργία των υδρόψυκτων συμπυκνωτών γίνεται αντιοικονομική.

Χρησιμοποιούνται, συνήθως, με παλινδρομικούς συμπιεστές και θεωρούνται οικονομικοί από απόψεως εγκαταστάσεως και συντηρήσεως.

Οι αερόψυκτοι συμπυκνωτές που χρησιμοποιούνται στον κλιματισμό μπορεί να φέρουν αξονικούς ανεμιστήρες (με προπέλλες) ή και φυγοκεντρικούς. Συνήθως οι συμπυκνωτές που τοποθετούνται στο ύπαιθρο φέρουν αξονικούς ανεμιστήρες. Όταν όμως, για κάποιο λόγο ο συμπυκνωτής

τοποθετηθεί εντός της οικοδομής, για την προσαγωγή και απαγωγή του αέρα (για την ψύξη του συμπυκνωτή) χρησιμοποιείται φυγοκεντρικός ανεμιστήρας.



Σχήμα 13.12: Συγκρότημα αερόψυκτου συμπυκνωτή με φυγοκεντρικό ανεμιστήρα

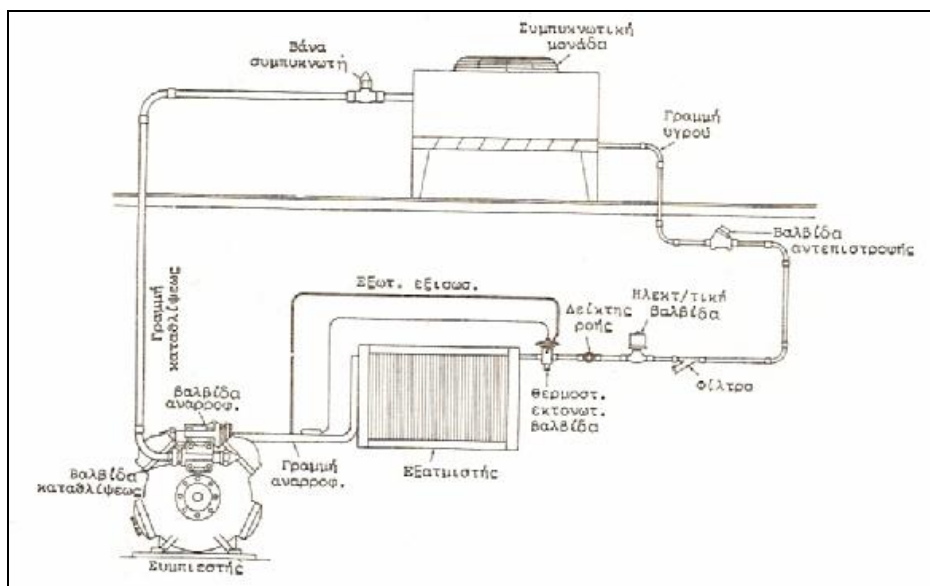
Στο σχήμα (13.12) φαίνεται ένα συγκρότημα αερόψυκτου συμπυκνωτή με φυγοκεντρικό ανεμιστήρα που χρησιμοποιείται σε μέσες εγκαταστάσεις κλιματισμού.

Οι αερόψυκτοι συμπυκνωτές τοποθετούνται συνήθως στην Οροφή της οικοδομής ή ακόμη και στον ακάλυπτο χώρο της, αναλόγως των ειδικών συνθηκών διατάξεως της όλης εγκαταστάσεως. Θα πρέπει όμως να αποφεύγεται η τοποθέτηση των συμπυκνωτών σε μικρές αποστάσεις από τοίχους και εμποδίζεται η ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα μέσω του αερόψυκτου συμπυκνωτή. Αν όμως για κάποιο ειδικό λόγο αναγκαστούμε να εγκαταστήσουμε συμπυκνωτή κοντά σε τοίχο, τότε θα πρέπει η είσοδος του αέρα να γίνεται από τον τοίχο προς τον συμπυκνωτή και η έξοδος του ζεστού αέρα να είναι προς τον ελεύθερο χώρο (περιβάλλον)

Για την αποδοτική λειτουργία των αερόψυκτων συμπυκνωτών υπολογίζουμε μία θερμοκρασία 15-20⁰C άνω της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Τούτο σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, θα πρέπει να αυξάνεται και η θερμοκρασία συμπυκνώσεως. Όταν όμως αυξάνεται η θερμοκρασία συμπυκνώσεως αυξάνεται και η πίεση

συμπυκνώσεως. Για τη διατήρηση όμως της υψηλής αυτής πίεσεως απαιτείται μεγαλύτερη ιπποδύναμη που πέραν ορισμένων ορίων πίεσεως φθάνει σε εξαιρετικά μεγάλα νούμερα που κάνει ανοικονομική την εγκατάσταση.

Αν π.χ. έχουμε έναν αερόψυκτο συμπυκνωτή τοποθετημένο σε περιβάλλον συνήθους θερμοκρασίας 35°C , σύμφωνα με όσα είπαμε, η θερμοκρασία συμπυκνώσεως θα πρέπει να είναι 55°C ($15\text{-}20^{\circ}\text{C}$ μεγαλύτερη). Η θερμοκρασία αυτή αντιστοιχεί, για, R_{22} , σε μια πίεση ίση με 297 Lb/IN^2 περίπου. Η παρουσία αυτής της πίεσεως απαιτεί τεράστια κατανάλωση ενέργειας. Στην ίδια περιοχή και ώρα η θερμοκρασία του νερού δεν ξεπερνά συνήθως τους 22°C και η θερμοκρασία συμπυκνώσεως είναι περίπου 38°C . Η αντίστοιχη πίεση συμπυκνώσεως είναι 198 Lb/IN^2 . Η διαφορά σε πίεση συμπυκνώσεως μεταξύ αερόψυκτου και υδρόψυκτου συμπυκνωτή είναι περίπου 100 Lb/IN^2 , που σημαίνει και ανάλογη διαφορά απαιτούμενης ιπποδυνάμεως ανά ψυκτικό τόνο.



Σχήμα 13.13: Ψυκτική μονάδα με αερόψυκτο συμπυκνωτή

Στο σχήμα (13.13) φαίνεται τυπική εγκατάσταση μιας ψυκτικής μονάδος με αερόψυκτο συμπυκνωτή. Διακρίνονται επίσης και όλα τα σχετικά συμπληρωματικά εξαρτήματα που πρέπει να συνοδεύουν την εγκατάσταση (φίλτρα, ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα, δείκτης ροής κλπ.) .

Βέβαια στις εγκαταστάσεις κλιματισμού που οι συμπυκνωτές βρίσκονται μακριά από το συμπιεστή και τον εξατμιστή, όπως είναι οι αερόψυκτες εγκαταστάσεις, προκύπτει πρόβλημα πτώσεως πίεσεως στις σωληνώσεις του ψυκτικού αερίου (αναρρόφηση) και του ψυκτικού υγρού (κατάθλιψη).

Η ικανότητα ενός αερόψυκτου συμπυκνωτή, δηλαδή το ποσό της θερμότητας που μπορεί να αποβάλλει εξαρτάται:

- Από την επιφάνεια συναλλαγής της θερμότητας. Δηλαδή από το σύνολο της εξωτ. επιφάνειας των σωλήνων και των πτερυγίων που τον αποτελούν.
- Από την ειδική αγωγιμότητα των υλικών από τα οποία είναι κατασκευασμένος.
- Από το ποσό του αέρα που περνά από τις επιφάνειες συναλλαγής της θερμότητας.
- Από τη διαφορά θερμοκρασίας που υπάρχει μεταξύ της επιφάνειας του συμπυκνωτή και του αέρα του περιβάλλοντος.

Η γνωστή, από προηγούμενα κεφάλαια, σχέση που ακολουθεί μας δίνει την ικανότητα του συμπυκνωτή.

$$Q = cfm \cdot 1,08 \cdot \Delta T \quad (BTU/h)$$

Για το μετρικό σύστημα μονάδων ο αντίστοιχος τύπος είναι ο ακόλουθος:

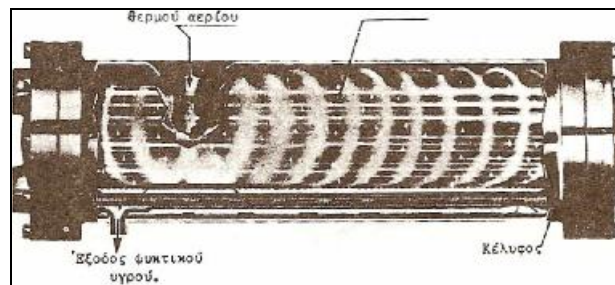
$$Q = M^3 / h \cdot 0,29 \cdot \Delta T \quad (Kcal/h)$$

1.13.8 Οι υδρόψυκτοι συμπυκνωτές

Οι υδρόψυκτοι συμπυκνωτές συναντώνται κατά κανόνα στις μέσες και μεγάλες εγκαταστάσεις. Όμως η χρήση τους είναι ευρύτατη και σε μικρές μονάδες κλιματισμού από 2 ψυκτ. τόνους και πάνω, όταν δεν υπάρχει πρόβλημα υπάρξεως και κόστους νερού. Υπάρχει μία πολύ μεγάλη ποικιλία υδρόψυκτων συμπυκνωτών, από απόψεως κατασκευής, ώστε να προσαρμόζονται εύκολα

στους χώρους των μηχανημάτων που θα τοποθετηθούν.

Στις, κεντρικές κλιματιστικές μονάδες ψύξεως χρησιμοποιείται, κατά κανόνα, το είδος του συμπυκνωτή που φαίνεται στο σχήμα (13.14). Αποτελείται από μεταλλικό κέλυφος μέσα στο οποίο βρίσκεται τοποθετημένο ένα πλήθος σωλήνων που συνδέονται μεταξύ του στα δυο άκρα (κεφαλές).



Σχήμα 13.14: Υδρόψυκτος συμπυκνωτής

Το νερό που ψύχει τους υδρόψυκτους συμπυκνωτές επαναχρησιμοποιείται, αφού ψυχθεί πρώτα στους πύργους ψύξεως της εγκαταστάσεως. Όταν όμως υπάρχει άφθονο και φτηνό νερό μετά την έξοδό του από το συμπυκνωτή οδηγείται στην αποχέτευση και παρακάμπτεται έτσι το κόστος εγκαταστάσεως, λειτουργίας και συντηρήσεως των πύργων ψύξεως.

Ένας σπουδαίος παράγων για την οικονομική και χωρίς προβλήματα λειτουργία της εγκαταστάσεως είναι η ποιότητα του χρησιμοποιούμενου νερού. Από την ποιότητα του νερού θα εξαρτηθεί ο ρυθμός του εσωτερικού των σωλήνων της εγκαταστάσεως. Η ρύπανση του εσωτερικού των σωλήνων, δηλαδή ο σχηματισμός στρώματος αλάτων, έχει σαν αποτέλεσμα:

- Τη μείωση του συντελεστή αγωγιμότητας των σωλήνων
- Τη στένωση της διαμέτρου των σωλήνων των συμπυκνωτών με αποτέλεσμα την αύξηση των απωλειών τριβής και την ελάττωση της κυκλοφορίας του νερού
- Όλα τα ανωτέρω δημιουργούν μία πτώση του βαθμού αποδόσεως και μείωση της ζωής του συμπιεστή, επειδή η πίεση καταθλίψεως διατηρείται

σε υψηλά επίπεδα.

Ο σχηματισμός στρώματος αλάτων στο εσωτερικό των σωλήνων, πρέπει να περιορίζεται όσο γίνεται περισσότερο για να διατηρείται η εγκατάσταση σε υψηλό βαθμό αποδόσεως και να λειτουργεί οικονομικά. Για τον περιορισμό του ρυθμού ρυπάνσεως των σωλήνων θα πρέπει:

- Το χρησιμοποιούμενο νερό να μην περιέχει ξένα σώματα και άλατα σε ποσότητες πέραν ορισμένων ορίων
- Να χρησιμοποιείται συσκευή αποσκλήρυνσεως (αφαλατώσεως) του νερού, όταν διαπιστωθεί ότι το νερό περιέχει άλατα, που ξεπερνούν τα ανεκτά όρια.
- Η θερμοκρασία συμπυκνώσεως θα πρέπει να κρατιέται σε χαμηλά επίπεδα, γιατί η υψηλή θερμοκρασία ευνοεί τον σχηματισμό αλάτων.

Η πείρα έχει δείξει, ότι όταν η θερμοκρασία του εξερχόμενου νερού από το συμπυκνωτή διατηρείται κάτω των 40° C ο ρυθμός ρυπάνσεως των σωλήνων παρουσιάζεται αρκετά χαμηλός.

Οι σωληνώσεις των υδρόψυκτων εγκαταστάσεων πρέπει να καθαρίζονται κατά ορισμένα χρονικά διαστήματα, αναλόγως των ειδικών συνθηκών λειτουργίας της εγκαταστάσεως. Όμως καλό θα είναι να γίνεται ένας καλός καθαρισμός μία φορά το χρόνο. Για τον καθαρισμό των σωλήνων χρησιμοποιούνται, εκτός των ειδικών εργαλείων, και ειδικά χημικά παρασκευάσματα. Η χρήση των παρασκευασμάτων αυτών πρέπει να γίνεται με προσοχή και σύμφωνα πάντα με τις οδηγίες του παρασκευαστή τους, γιατί υπάρχει κίνδυνος να προκληθούν ζημιές σε διάφορα εξαρτήματα της εγκαταστάσεως, από την κακή χρήση τους. Τα χημικά αυτά σκευάσματα δεν πρέπει να παραμένουν στο κύκλωμα του νερού περισσότερο από δέκα ώρες, διότι είναι δυνατόν ο επανασχηματισμός των αλάτων και ο καθαρισμός τους γίνεται πλέον πολύ δύσκολος

Το απαιτούμενο νερό ψύξεως των υδρόψυκτων συμπυκνωτών, δίνεται με ικανοποιητική ακρίβεια από την ακόλουθη σχέση:

$$V = \frac{Q}{500 \times \Delta T} \quad (1)$$

Όπου V= ποσό του απαιτούμενου νερού σε γαλόνια ανά λεπτό (gpm).

Q= το ποσό της θερμότητας που πρέπει να αποβάλει ο συμπυκνωτής σε (BTU/h)

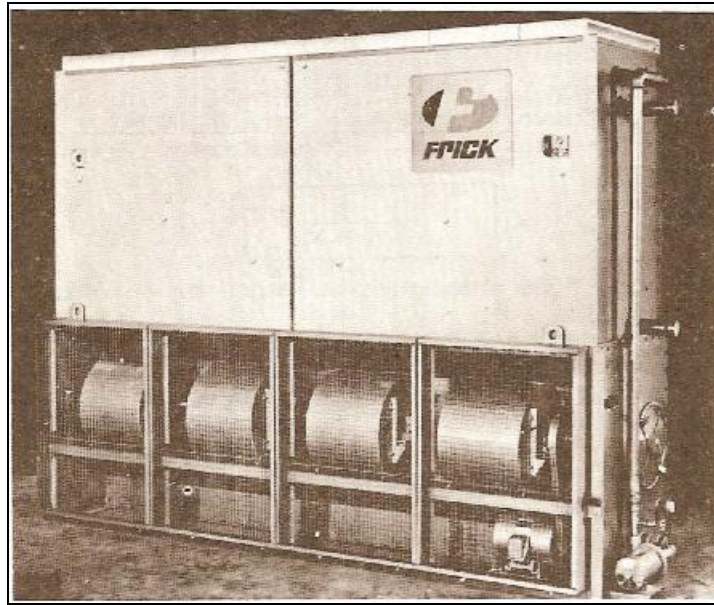
ΔT = Διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του εξερχόμενου και του εισερχόμενου νερού του συμπυκνωτή (συνήθως 10° F)

1.13.9 Οι εξατμιστικοί συμπυκνωτές

Οι συμπυκνωτές αυτοί είναι συνδυασμός αερόψυκτου και υδρόψυκτου συμπυκνωτή. Λέγονται συμπυκνωτές εξατμίσεως ή εξατμιστικοί, γιατί η λειτουργία τους βασίζεται κυρίως στην εξάτμιση μικρών ποσοτήτων νερού και τη βοήθεια ρεύματος αέρα που εξασφαλίζεται από ένα ανεμιστήρα συνήθως φυγοκεντρικού τύπου.

Η πλέον οικονομική ποσότητα κυκλοφορούντος νερού, είναι εκείνη που μπορεί να διατηρεί την επιφάνεια του συμπυκνωτή συνεχώς υγρή.

Γενικά είναι παραδεκτό ότι το νερό που εξατμίζεται στους εξατμιστικούς συμπυκνωτές είναι περίπου 2 gal/h.RT (δυο γαλόνια ανά ώρα και Ψυκτικό τόνο). Αν όμως ληφθεί υπ' όψη και το παρασυρόμενο νερό από τον αέρα προς το περιβάλλον, η συνολική κατανάλωση σε νερό ανέρχεται σε 3 έως 4 gal/h RT.



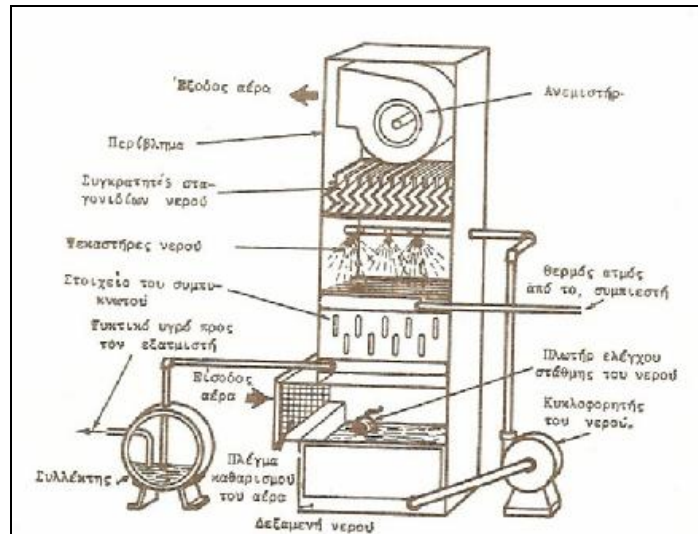
Σχήμα 13.14: Εξατμιστικός συμπυκνωτής

Η απαιτούμενη ποσότητα αέρα είναι συνήθως 200 έως 300 c.f.m. ανά Ψυκτικό τόνο (335 έως 500 M³/h RT).

Οι εξατμιστικοί συμπυκνωτές απαιτούν πολύ λίγο νερό σε σύγκριση με τους υδρόψυκτους (5 έως 10% του νερού των υδρόψυκτων). Το γεγονός αυτό αποτελεί και το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των εξατμιστικών συμπυκνωτών.

Το είδος αυτό του συμπυκνωτή χρησιμοποιείται σε μέσες και μεγάλες εγκαταστάσεις, όπου υπάρχει σχετική ανεπάρκεια νερού και η χρήση υδρόψυκτου συμπυκνωτή κρίνεται ασύμφορη.

Στο σχήμα (13.14) φαίνεται ένας μοντέρνος εξατμιστικός συμπυκνωτής για μέσες και μεγάλες εγκαταστάσεις, που φέρει τέσσερες φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες. Οι ανεμιστήρες αυτοί μπορούν να δουλεύουν όλοι μαζί, όταν οι απαιτήσεις είναι μεγάλες ή και μόνον δυο απ' αυτούς. ο έλεγχος της λειτουργίας τους γίνεται με την βοήθεια θερμοστατών. Στο σχήμα (13.15) παρουσιάζεται η σχηματική παράσταση ενός εξατμιστικού συμπυκνωτή με όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα κυκλοφορίας νερού και αέρα.



Σχήμα 13.15: Σχηματική παράσταση εξατμιστικού συμπυκνωτή

1.13.10 Ο εξατμιστής

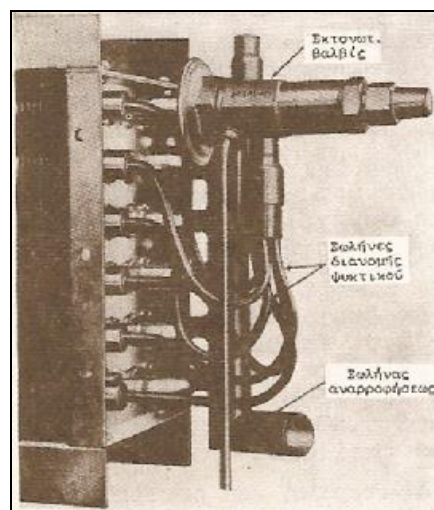
Ο εξατμιστής είναι το τμήμα εκείνο της εγκατάστασής στο οποίο πραγματοποιείται η εξάτμιση του ψυκτικού ρευστού. Είναι γνωστό ότι αν αναγκάσουμε ένα ποσό ψυκτικού ρευστού να εξατμιστεί θα απορροφήσει ένα ποσό θερμότητας. Την λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης. Την θερμότητα αυτή το ψυκτικό ρευστό την παίρνει από τα υλικά με τα οποία έρχεται σε επαφή. Τα υλικά αυτά είναι οι μεταλλικές επιφάνειες του εξατμιστή (σωλήνες κλπ). Αλλά και οι μεταλλικές επιφάνειες τροφοδοτούνται με θερμότητα από άλλα υλικά με τα οποία έρχονται σε άμεση επαφή και βρίσκονται σε μεγαλύτερη θερμοκρασία. Τα υλικά αυτά είναι συνήθως ο αέρας, το νερό ή άλλο ρευστό που θέλουμε να ψύξουμε (π.χ. γάλα, μύρα κλπ) .

Στον κλιματισμό χρησιμοποιούνται δύο είδη εξατμιστών ή ψυκτών όπως πολλές φορές συναντώνται: Τα είδη αυτά είναι:

- Οι απ' ευθείας εκτονώσεως εξατμιστές και
- Οι ψύκτες νερού.

Οι απ' ευθείας εκτονώσεως εξατμιστές είναι γνωστοί από την τεχνολογία ψύξεως και συναντώνται σε όλες τις μικρές εγκαταστάσεις ψύξεως και κλιματισμού. Ψύχουν κατά κανόνα αέρα τον οποίο κατόπιν προσάγουν, με τη βοήθεια ανεμιστήρα στο χώρο που πρόκειται να ψύξουμε.

Το πρόβλημα με τους εξατμιστές απ' ευθείας εκτονώσεως είναι η ομοιόμορφη κατανομή του ψεκαζόμενου ψυκτικού και η πτώση πίεσεως του ψυκτικού λόγω των μεγάλων διαδρομών μέσα στους σωλήνες του εξατμιστή .



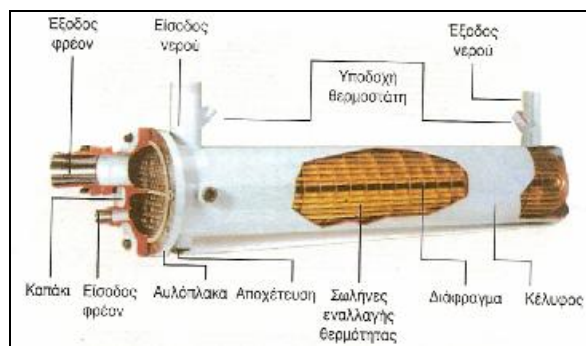
Σχήμα 13.16: Θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα

Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται συνήθως με τη χρήση θερμοστατικών εκτονωτικών βαλβίδων με διανεμητή ψυκτικού και εξωτερικό εξισωτή. Στο σχήμα (13.16) φαίνεται ένας εξατμιστής απ' ευθείας εκτονώσεως με εκτονωτική βαλβίδα που φέρει διανεμητή και εξωτερικό εξισωτή. Σε εγκαταστάσεις με πολύ μεγάλες επιφάνειες εξατμιστών, τοποθετούνται δυο ή και περισσότερες εκτονωτικές βαλβίδες. Επίσης δυνατόν να συναντήσουμε κλιματιστικές μονάδες που φέρουν δυο, τρία ή και περισσότερους εξατμιστές με μια ή περισσότερες έκτον. βαλβίδες ο καθένας. Τους εξατμιστές αυτούς πολλές φορές συναντούμε σε διάταξη "Δ".

Τα χαρακτηριστικά λειτουργίας των εξατμιστών απ' ευθείας εκτονώσεως είναι συνήθως τα ακόλουθα:

- Θερμοκρασία εξατμίσεως του ψυκτικού: 2 έως 5 ° C (35-41 ° F)
- Ταχύτητα αέρα στην επιφάνεια του εξατμιστή: 2 έως 3 m/sec (400-600fpm).
- Απαιτούμενη ποσότητα αέρα: 850 έως 1000 M³/h και RT (600cfm).

Στις μεγάλες εγκαταστάσεις κλιματισμού χρησιμοποιούνται εξατμιστές (ψύκτες) που ψύχουν νερό για την τροφοδότηση των στοιχείων ψύξεως των κλιματιστικών συσκευών. Οι εξατμιστές αυτοί μοιάζουν πολύ με τους υδρόψυκτους συμπυκνωτές. Συνήθως αποτελούνται από ένα εξωτερικό μεταλλικό περίβλημα εντός του οποίου είναι τοποθετημένοι οι σωλήνες του ψυκτικού. Οι σωλήνες αυτοί ενώνονται στα άκρα τους με τις κεφαλές και σχηματίζεται έτσι η είσοδος και η έξοδος του ψυκτικού.



Σχήμα 13.17: Ψύκτης νερού

Το νερό ψύχεται στους ψύκτες σε μία θερμοκρασία γύρω στους 7 ° C (45 ° F) για να οδηγηθεί στη συνέχεια ή στα ψυκτικά στοιχεία των κλιματιστικών συσκευών ή σε σύστημα Fan coils ή άλλου είδους κλιματιστικές συσκευές.

Οι ψύκτες νερού συναντώνται σε δυο τύπους αναλόγως του χώρου στο οποίο ρέει το ψυκτικό. Έτσι έχουμε τους ψύκτες στους οποίους το προς ψύξη νερό κυκλοφορεί εντός των σωλήνων και το ψυκτικό γύρω από τους σωλήνες

νερού. Στους ψύκτες αυτού του τύπου διατηρείται πάντα μία στάθμη ψυκτικού υγρού ,γι' αυτό και είναι γνωστοί σαν flooded chillers.

Στο σχήμα (13.17) φαίνεται η εξωτερική και εσωτερική μορφή ενός ψύκτη νερού, που το νερό κυκλοφορεί στους σωλήνες και το ψυκτικό γύρω από αυτούς. Το εξωτερικό στρώμα είναι μονωτικό υλικό για τον περιορισμό των απωλειών και αύξηση της αποδόσεως της μονάδος. Το είδος αυτό των ψυκτών είναι το πλέον συνηθισμένο στις μεγάλες εγκαταστάσεις κλιματισμού ιδίως σε περιπτώσεις ψυκτικών συγκροτημάτων με φυγοκεντρικούς συμπιεστές. Για να εμποδίζεται η αναρρόφηση ψυκτικού σε υγρή μορφή στο άνω μέρος των σωλήνων νερού, τοποθετούνται σταγονοσυλλέκτες ψυκτικού.

Η απόδοση των ψυκτών νερού είναι μέγιστη όταν συνυπάρχουν οι ακόλουθοι παράγοντες:

- Όταν υπάρχει μέγιστη αγωγιμότητα μεταξύ των ρευστών (νερό-ψυκτικό).
- Όταν η ταχύτητα του νερού είναι όσο γίνεται μεγαλύτερη.
- Όταν η ποσότητα τού λαδιού που παραμένει στο ψύκτη είναι η ελάχιστη δυνατή.

Όταν έχουμε όλα τα στοιχεία της εγκαταστάσεως καθώς και τις συνθήκες κάτω από τις οποίες θα δουλεύει συνήθως η εγκατάσταση, μπορούμε να προχωρήσουμε στην εκλογή του πιο κατάλληλου ψυκτικού συγκροτήματος, από πίνακες κατασκευαστών.

Τα στοιχεία που θα πρέπει να έχουμε είναι:

- Το ψυκτικό φορτίο της εγκαταστάσεως συνήθως σε (RT).
- Η πτώση θερμοκρασίας στον ψύκτη ($T_{εισ} - T_{εξ}$ ή $\Delta T_{\psi\kappa\tau}$).
- Η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού στο συμπυκνωτή ($T_{εξ} - T_{εσ}$ ή $\Delta T_{\sigma\mu\pi}$).
- Η θερμοκρασία συμπυκνώσεως του ψυκτικού ρευστού.

1.13.11 Ο πύργος ψύξεως

Σκοπός του πύργου ψύξεως σε μία εγκατάσταση κλιματισμού είναι να ψύχει το νερό που κυκλοφορεί στον υδρόψυκτο συμπυκνωτή της μονάδος ψύξεως, για να μπορεί έτσι, να επαναχρησιμοποιείται. Δηλαδή στον πύργο ψύξεως αποβάλλεται η θερμότητα που απορροφήθηκε από το νερό κατά την ψύξη του συμπυκνωτή. Το ποσό αυτό της θερμότητας που πρέπει να αποβάλλεται στον πύργο ψύξεως περιλαμβάνει:

- Τη θερμότητα που αφαιρέθηκε από τον κλιματισθέντα αέρα για να ψυχθεί στη θερμοκρασία προσαγωγής του στο χώρο. Η θερμότητα αυτή παραλαμβάνεται από το ψυκτικό ρευστό κατά την εξάτμισή του στον ψύκτη (chiller).
- Τη θερμότητα συμπίεσεως.
- Τη θερμότητα που προέρχεται από την επαφή του ψυκτικού αερίου με τις θερμές επιφάνειες του συμπιεστή (κύλινδροι, έμβολα κ.λ.π)

Οι πύργοι ψύξεως διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες όσον αφορά τον τρόπο ψύξεως του νερού:

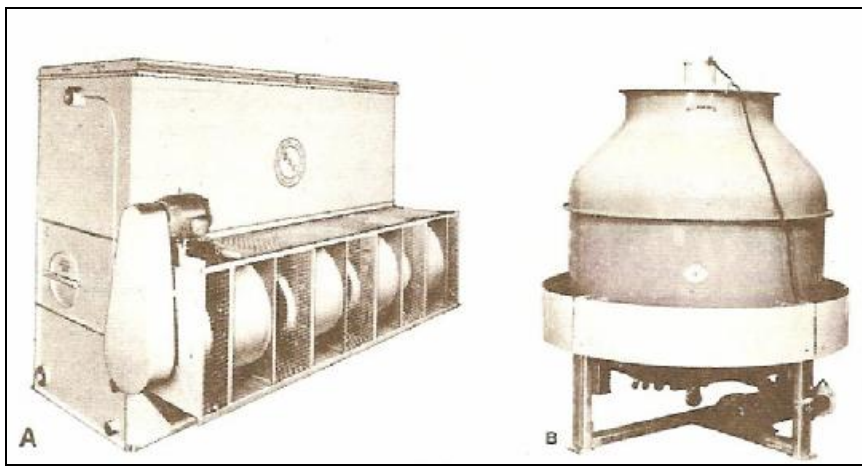
- Στους πύργους ψύξεως με φυσική κυκλοφορία αέρα και
- Στους πύργους ψύξεως με βεβιασμένη κυκλοφορία αέρα (με ανεμιστήρες φυγοκεντρικούς ή αξονικούς).

Οι πύργοι ψύξεως που χρησιμοποιούνται κατ' εξοχήν στις εγκαταστάσεις κλιματισμού, είναι οι Π.Ψ βεβιασμένης κυκλοφορίας αέρα, γιατί παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα έναντι των Π.Ψ φυσικής κυκλοφορίας. Μερικά από τα πλεονεκτήματα αυτά είναι:

- Έχουν απεριόριστη ικανότητα.
- Πετυχαίνουν χαμηλότερες θερμοκρασίες στο ψυχόμενο νερό. Απαιτούν μικρό χώρο για την εγκατάστασή τους.

Το μειονέκτημα τους είναι ότι έχουν κόστος εγκαταστάσεως και λειτουργίας μεγαλύτερο από τους Π.Ψ φυσικής κυκλοφορίας αέρα της αυτής ικανότητας.

Οι πύργοι ψύξεως βεβιασμένης κυκλοφορίας αέρα συναντώνται σε οριζόντια και κατακόρυφη διάταξη. Οι οριζόντιοι Π.Ψ. συνήθως καλύπτουν την περιοχή των μικρών και μέσων εγκαταστάσεων μέχρι και 300RT. Αντίθετα, στις μεγάλες εγκαταστάσεις ενδείκνυται ή χρήση καθέτων πύργων ψύξεως



Σχήμα 13.18: Πύργοι ψύξεως

Στην εικόνα (A) του σχήματος (13.18) φαίνεται ένας κάθετος Π.Ψ. καταθλίψεως με φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες και η εικόνα (B) του ίδιου σχήματος παρουσιάζει έναν μοντέρνο Π.Ψ. από Fiber glass, με αξονικό ανεμιστήρα στην έξοδο του Π.Ψ. Οι Π.Ψ. από fiber glass παρουσιάζουν τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Δεν σκωριάζουν και επομένως η συντήρηση που απαιτείται είναι ελάχιστη και η διάρκεια ζωής τους απεριόριστη.
- Είναι μικρού βάρους. Το βάρος τους είναι σχεδόν το μισό από τους μεταλλικούς Π.Ψ. της αυτής ικανότητας.
- Μετακινούνται και εγκαθίστανται εύκολα στις οροφές των οικοδομών.

Ωστόσο παρά τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν, σε περίπτωση που, για

κάποιο λόγο, σπάσει ένα τμήμα του Π. Ψ. από Fiber glass είναι δύσκολο να κολληθεί ή να αντικατασταθεί.

Ανάλογα με τη θέση του ανεμιστήρα οι πύργοι ψύξεως των εγκαταστάσεων κλιματισμού διακρίνονται σε:

- Πύργους ψύξεως καταθλίψεως, που ο ανεμιστήρας τοποθετείται στην είσοδο του Π.Ψ. και καταθλίβει τον αέρα προς την έξοδο και
- Πύργους ψύξεως αναρροφήσεως, που ο ανεμιστήρας τοποθετείται στην έξοδο του Π.Ψ. και αναρροφά τον αέρα για να τον απομακρύνει εν συνεχεία προς το περιβάλλον (βλέπε εικόνα Β του σχήματος 13.18)

Τώρα ανάλογα με τον τρόπο κινήσεως - Αέρος -Νερού στους Π.Ψ. διακρίνουμε:

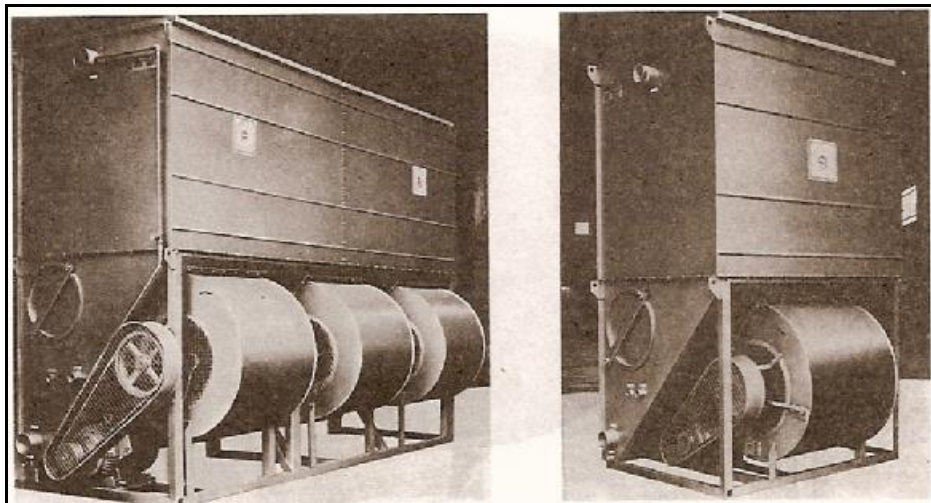
- Τους Π.Ψ. ομορροής, που το νερό και ο αέρας έχουν παράλληλη κατεύθυνση (Α) .
- Τους Π.Ψ σταυρορροής, που το νερό και ο αέρας συναντώνται κάθετα (Β).
- Τους Π.Ψ αντιρροής, που το νερό και ο αέρας ρέουν αντίθετα.

Όλα τα είδη των Π.Ψ. έχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Όμως μπορεί να πει κανείς ότι ο πλέον αποδοτικός τύπος Π.Ψ. με λιγότερα μειονεκτήματα είναι ο Π.Ψ. αντιρροής -καταθλίψεως. Για το λόγο αυτό συναντάτε σχεδόν πάντα στις μέσες και μεγάλες εγκαταστάσεις κλιματισμού

Η ικανότητα ενός Π.Ψ. εξαρτάται βασικά από τους ακόλουθους παράγοντες:

- Από την επιφάνεια του νερού που έρχεται σε επαφή με τον αέρα. Η επιφάνεια αυτή πρέπει να είναι η μέγιστη δυνατή.
- Η επιφάνεια του νερού αυξάνεται όσο μικραίνει η διάμετρος των σταγονιδίων του ψεκαζόμενου νερού. Έτσι θα πρέπει να επιδιώκουμε να γίνεται όσο το δυνατόν λεπτότερος ψεκασμός του νερού από τα μπέκ του Π.Ψ. , για να έχουμε και τη μέγιστη απόδοση

- Από την ταχύτητα του αέρα που καταθλίβεται αναρροφάται στο Π.Ψ Όσο αυξάνεται η ταχύτητα του αέρα αυξάνεται και η απόδοση του Π.Ψ. Όμως υπάρχουν όρια ταχύτητας πέραν των οποίων η ποσότητα του νερού που παρασύρεται προς το περιβάλλον γίνεται υπερβολική με αποτέλεσμα την αν-τιοικονομική λειτουργία της εγκατάστασής.
- Από τη διεύθυνση αέρα-νερού. Η περίπτωση της αντιρροής έχει αποδειχθεί σαν η αποδοτικότερη.
- Από την εν γένει Ψυχομετρική κατάσταση της ατμόσφαιρας στην οποία είναι τοποθετημένος ο Π.Ψ.
- Από το χρόνο επαφής νερού-αέρα στον Π.Ψ.



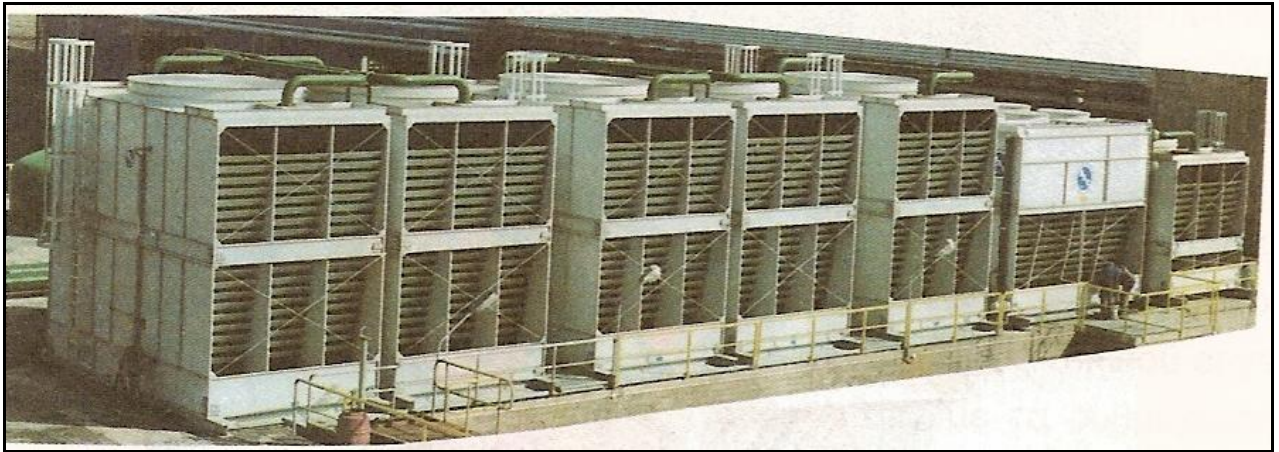
Σχήμα 13.19:Πύργοι ψύξεως

1.13.12 Η εκλογή των Πύργων ψύξεως.

Τα απαραίτητα στοιχεία που πρέπει να έχει κανείς για να κάνει τη σωστή εκλογή του Π.Ψ. μίας εγκατάστασης κλιματισμού είναι τα ακόλουθα:

- Το ολικό ψυκτικό φορτίο που πρέπει να αποβάλλεται στο συμπυκνωτή συνήθως σε (RT)
- Τη θερμοκρασία συμπυκνώσεως του ψυκτικού.

- Τη θερμοκρασία εξατμίσεως του ψυκτικού .
- Τη "περιοχή ψύξεως" του Π.Ψ.
- Την συνήθη θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου (WB) του αέρα του περιβάλλοντος που έχει τοποθετηθεί ο Π.Ψ.



Σχήμα 13.19: Συγκρότημα πύργων ψύξης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΜΕΛΕΤΗ-ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

2.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ

Ο υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας έγινε σύμφωνα με τον Κ.Θ.Κ. ο οποίος καθορίζει την διαδικασία και θέτει περιορισμούς για τις τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των στοιχείων οικοδομής που περικλείουν θερμαινόμενους χώρους.

Εμείς στη μελέτη μας υπολογίσαμε τα δομικά στοιχεία του κτιρίου σύμφωνα με τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές που δίνονται από τον Πίνακα (2.1.1) με τη βοήθεια του χάρτη που βρίσκεται στο Παράρτημα Ι ο οποίος διαχωρίζει την Ελλάδα σε ζώνες. Σε εμάς για την **Πάτρα** που κάνουμε τη μελέτη αντιστοιχεί η **ζώνη 3**.

Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας γίνεται με την

παρακάτω σχέση:
$$\frac{1}{k} = \frac{1}{a_{es}} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{a_{ex}} \quad \text{ή} \quad k = \frac{1}{\frac{1}{a_{es}} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{a_{ex}}} \quad (1)$$

Όπου $\frac{1}{a_{es}} = \frac{1}{7} \text{ Kcal/m}^2 \cdot \text{h}^\circ\text{C}$ και $\frac{1}{a_{ex}} = \frac{1}{20} \text{ Kcal/m}^2 \cdot \text{h}^\circ\text{C}$ είναι οι αντιστάσεις

θερμικής μεταβάσεως τοιχώματος εσωτερικού και εξωτερικού αέρα αντίστοιχα

που δίνονται από διάφορους πίνακες και $\frac{1}{\Lambda} = \frac{d_1}{I_1} + \frac{d_2}{I_2} + \frac{d_3}{I_3} + \dots + \frac{d_n}{I_n}$ είναι η

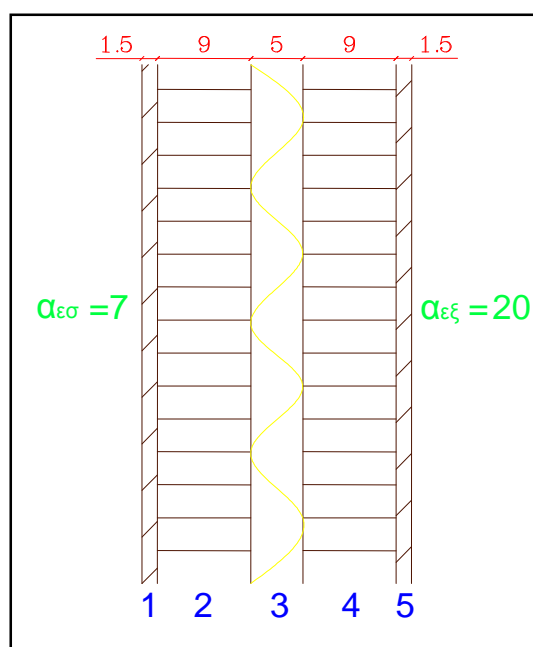
αντίσταση θερμοδιαφυγής επιπέδου τοιχώματος με $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ και $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$

τα πάχη και οι συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας αντίστοιχα του εκάστοτε δομικού στοιχείου.

Πίνακας 2.1.1: Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας των εξωτερικών δομικών στοιχείων οικοδομής συμφωνά με τον Κ.Θ.Κ.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	k_{\max} επιτρεπόμενο	
	$Kcal/m^2h^{\circ}C$	W/m^2K
1. Εξωτερικοί τοίχοι συμπεριλαμβανομένων και των στοιχείων εκ σκυροδέματος σε όλες τις Ζώνες	0,6	0,7
2. Οριζόντιες επιφάνειες και οροφές που χωρίζουν θερμαινόμενο χώρο από τον ελεύθερον αέρα, είτε προς τα άνω είτε προς τα κάτω σε όλες τις Ζώνες	0,4	0,5
3. Δάπεδα κείμενα επί του εδάφους ή δάπεδα υπερκείμενα κλειστού μη θερμαινόμενου υπογείου ή ημιυπόγειου χώρου Για την Ζώνη 1,2 Για την Ζώνη 3,4 Για την Ζώνη 5-6	2,6 1,6 0,6	3,0 1,9 0,7
4. Διαχωριστικοί τοίχοι προς μη θερμαινόμενους κλειστούς χώρους Για την Ζώνη 1,2 Για την Ζώνη 3,4 Για την Ζώνη 5,6	2,6 1,6 0,6	3,0 1,9 0,7

2.1.1 Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικών τοίχων 26 cm



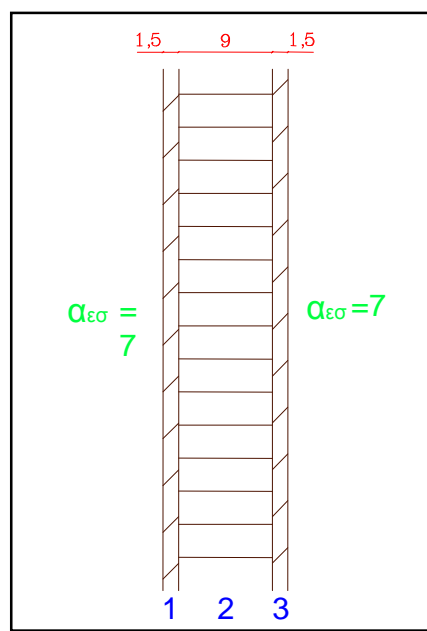
Για τους εξωτερικούς τοίχους του κτιρίου επιλέξαμε τα υλικά που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

A/A	ΥΛΙΚΟ	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας I ($Kcal/mh^{\circ}C$)	Πάχος d (m)
1	Επίχρισμα από ασβεστοκονίαμα και τσιμεντοκονίαμα	0,75	0,015
2	Κισσηρόλιθοι πλήρεις	0,45	0,09
3	Υαλοβάμβακας μη μορφοποιημένος	0,035	0,05
4	Κισσηρόλιθοι πλήρεις	0,45	0,09
5	Επίχρισμα από ασβεστοκονίαμα και τσιμεντοκονίαμα	0,75	0,015

Αντικαθιστώντας στην παραπάνω σχέση (1) τα δεδομένα του πίνακα υπολογίζουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας των εξωτερικών τοίχων.

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_{es}} + \frac{d_1}{I_1} + \frac{d_2}{I_2} + \frac{d_3}{I_3} + \frac{d_4}{I_4} + \frac{d_5}{I_5} + \frac{1}{a_{ex}}} = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,015}{0,75} + \frac{0,09}{0,45} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{0,09}{0,45} + \frac{0,015}{0,75} + \frac{1}{20}} = 0,5 \text{ Kcal}/m^2h^{\circ}C$$

2.1.2 Συντελεστής θερμοπερατότητας εσωτερικών τοίχων 12 cm



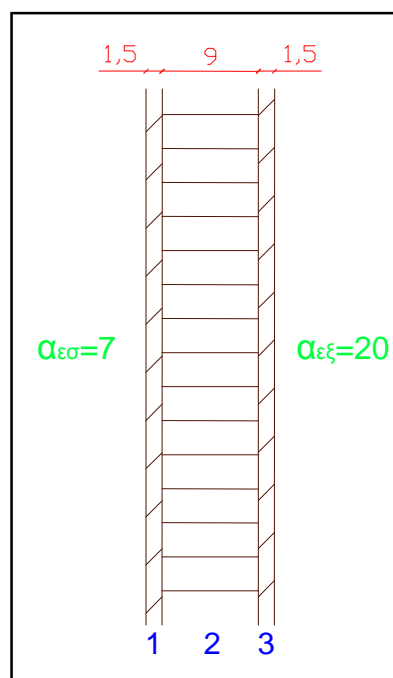
Για τους εσωτερικούς τοίχους του κτιρίου επιλέξαμε τα υλικά που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

A/A	ΥΛΙΚΟ	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας l ($Kcal/mh^{\circ}C$)	Πάχος d (m)
1	Επίχρισμα από ασβεστοκονίαμα και τσιμεντοκονίαμα	0,75	0,015
2	Κισσηρόλιθοι πλήρεις	0,45	0,09
3	Επίχρισμα από ασβεστοκονίαμα και τσιμεντοκονίαμα	0,75	0,015

Αντικαθιστώντας τα δεδομένα του πίνακα στη γνωστή σχέση έχουμε:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_{es}} + \frac{d_1}{l_1} + \frac{d_2}{l_2} + \frac{d_3}{l_3} + \frac{1}{a_{es}}} = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,015}{0,75} + \frac{0,09}{0,45} + \frac{0,015}{0,75} + \frac{1}{7}} = 1,9 Kcal/m^2h^{\circ}C$$

2.1.3 Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικών τοίχων 12 cm



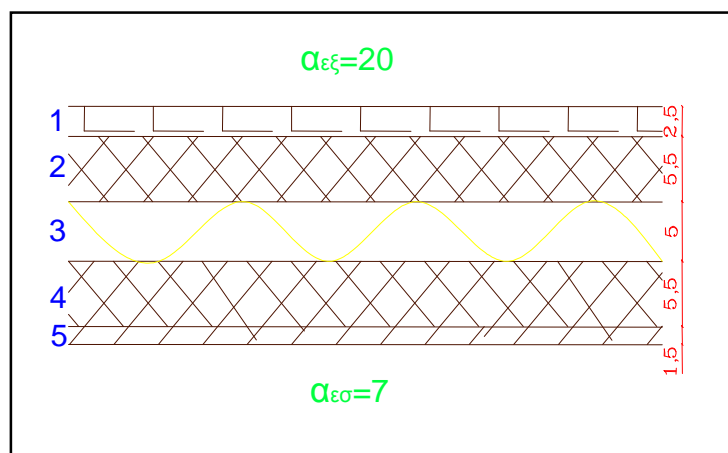
Για τους εξωτερικούς τοίχους του κτιρίου πάχους 12cm επιλέξαμε τα υλικά που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

A/A	ΥΛΙΚΟ	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας I ($Kcal/mh^{\circ}C$)	Πάχος d (m)
1	Επίχρισμα από ασβεστοκονίαμα και τσιμεντοκονίαμα	0,75	0,015
2	Κιςσηρόλιθοι πλήρεις	0,45	0,09
3	Επίχρισμα από ασβεστοκονίαμα και τσιμεντοκονίαμα	0,75	0,015

Αντικαθιστώντας τα δεδομένα του πίνακα στη γνωστή σχέση έχουμε:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_{es}} + \frac{d_1}{I_1} + \frac{d_2}{I_2} + \frac{d_3}{I_3} + \frac{1}{a_{ex}}} = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,015}{0,75} + \frac{0,09}{0,45} + \frac{0,015}{0,75} + \frac{1}{20}} = 2,3 \frac{Kcal}{m^2 h^{\circ}C}$$

2.1.4 Συντελεστής θερμοπερατότητας οροφής



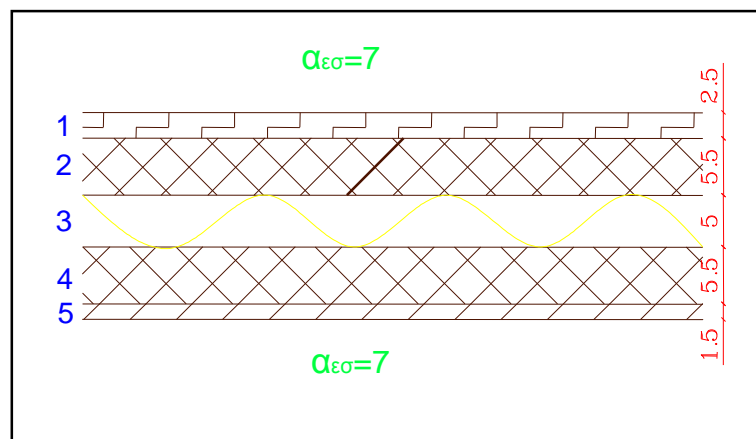
Για την οροφή του κτιρίου επιλέξαμε τα υλικά που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

A/A	ΥΛΙΚΟ	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας I ($Kcal/mh^{\circ}C$)	Πάχος d (m)
1	Πλάκα αμιαντοτσιμέντου	0,3	0,025
2	Σκυρόδεμα <B120	1,30	0,055
3	Υαλοβάμβακας μη μορφοποιημένος	0,035	0,05
4	Σκυρόδεμα <B120	1,30	0,055
5	Επίχρισμα από ασβεστοκονίαμα και τσιμεντοκονίαμα	0,75	0,015

Ομοίως και εδώ έχουμε:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_{es}} + \frac{d_1}{I_1} + \frac{d_2}{I_2} + \frac{d_3}{I_3} + \frac{d_4}{I_4} + \frac{d_5}{I_5} + \frac{1}{a_{es}}} = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,025}{0,3} + \frac{0,055}{1,30} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{0,055}{1,30} + \frac{0,015}{0,75} + \frac{1}{20}} = 0,6 Kcal/m^2h^{\circ}C$$

2.1.5 Συντελεστής θερμοπερατότητας δαπέδου ισόγειου



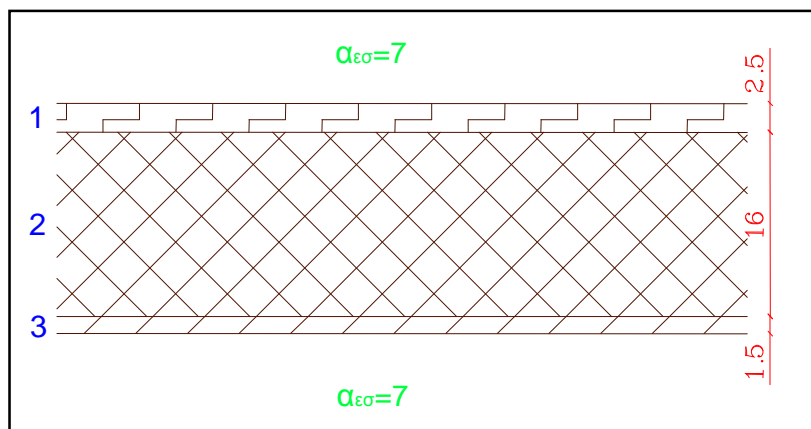
Για το δάπεδο ισόγειο του κτιρίου επιλέξαμε τα υλικά που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

A/A	ΥΛΙΚΟ	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας l ($Kcal/mh^{\circ}C$)	Πάχος d (m)
1	Μάρμαρο	1,12	0,025
2	Σκυρόδεμα <B120	1,30	0,055
3	Υαλοβάμβακας μη μορφοποιημένος	0,035	0,05
4	Σκυρόδεμα <B120	1,30	0,055
5	Επίχρισμα από ασβεστοκονίαμα και τσιμεντοκονίαμα	0,75	0,015

Ομοίως και εδώ έχουμε:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_{es}} + \frac{d_1}{l_1} + \frac{d_2}{l_2} + \frac{d_3}{l_3} + \frac{d_4}{l_4} + \frac{d_5}{l_5} + \frac{1}{a_{ex}}} = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,025}{1,12} + \frac{0,055}{1,30} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{0,055}{1,30} + \frac{0,015}{0,75} + \frac{1}{7}} = 0,5 Kcal/m^2h^{\circ}C$$

2.1.6 Συντελεστής θερμοπερατότητας δαπέδου Α' ορόφου



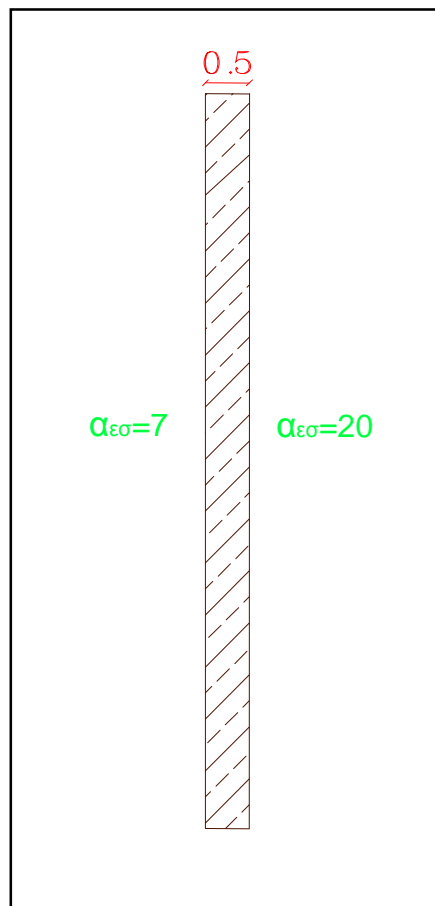
Για το δάπεδο του Α' ορόφου του κτιρίου επιλέξαμε τα υλικά που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

A/A	ΥΛΙΚΟ	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ ($Kcal/mh^{\circ}C$)	Πάχος d (m)
1	Μάρμαρο	1,12	0,025
2	Σκυρόδεμα <B120	1,30	0,16
3	Επίχρισμα από ασβεστοκονίαμα και τσιμεντοκονίαμα	0,75	0,015

Ομοίως και εδώ έχουμε:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_{es}} + \frac{d_1}{l_1} + \frac{d_2}{l_2} + \frac{d_3}{l_3} + \frac{1}{a_{es}}} = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,025}{1,12} + \frac{0,16}{1,30} + \frac{0,015}{0,75} + \frac{1}{7}} = 2,2 \text{ Kcal}/m^2h^{\circ}C$$

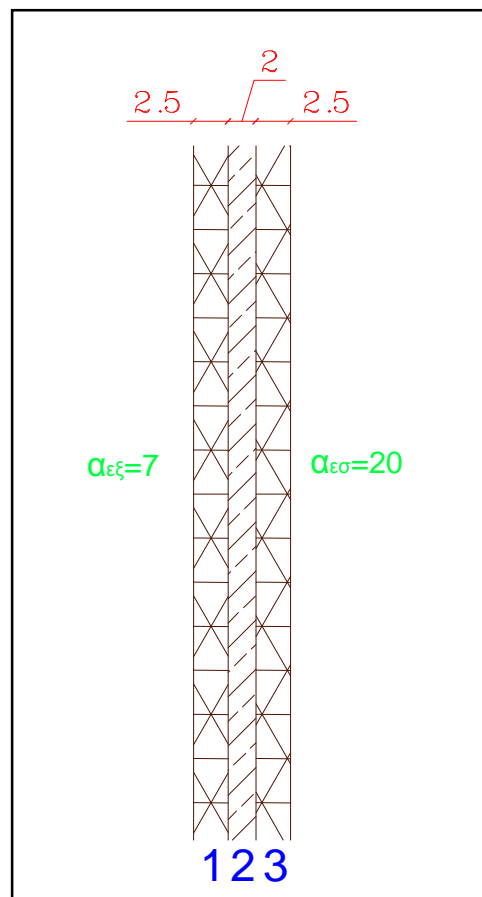
2.1.7 Συντελεστής θερμοπερατότητας παραθύρων



Τα παράθυρα είναι από μονά τζάμια με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $l = 0,64 \text{ Kcal/mh}^\circ\text{C}$ και πάχος $d = 0,005\text{m}$. Έτσι έχουμε:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_{es}} + \frac{d}{l} + \frac{1}{a_{ex}}} = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,005}{0,64} + \frac{1}{20}} = 5,0 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

2.1.8 Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικής θύρας



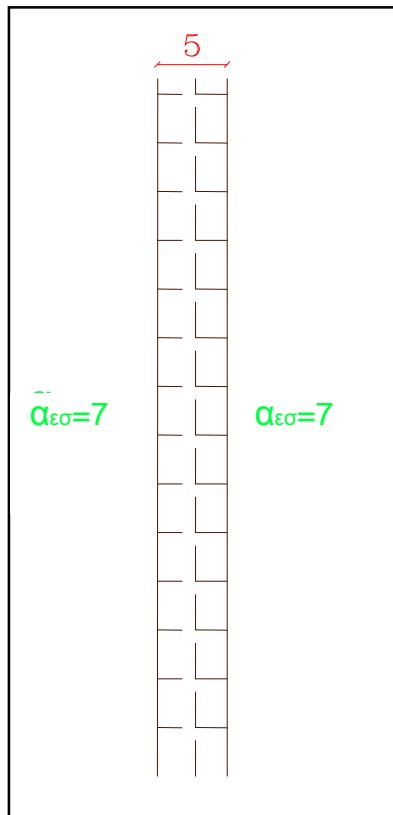
Η πόρτα είναι από αλουμίνιο με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας και πάχος που φαίνεται στο παρακάτω πίνακα.

A/A	ΥΛΙΚΟ	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας l ($Kcal/mh^{\circ}C$)	Πάχος d (m)
1	Αλουμίνιο	175	0,025
2	Αέρας	0,021	0.02
3	Αλουμίνιο	1,75	0,025

Αντικαθιστώντας τα δεδομένα στη γνωστή σχέση έχουμε:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_{es}} + \frac{d_1}{l_1} + \frac{d_2}{l_2} + \frac{d_3}{l_3} + \frac{1}{a_{ex}}} = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,025}{175} + \frac{0,02}{0,021} + \frac{0,025}{175} + \frac{1}{20}} = 0,9 Kcal/m^2h^{\circ}C$$

2.1.9 Συντελεστής θερμοπερατότητας εσωτερικών θυρών



Οι εσωτερικές πόρτες είναι από ξύλο πεύκου με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $l = 0,092 \text{ Kcal}/\text{mh}^\circ\text{C}$ και πάχος $d = 0,05\text{m}$. Έτσι έχουμε:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_{es}} + \frac{d}{l} + \frac{1}{a_{es}}} = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,05}{0,092} + \frac{1}{7}} = 1,2 \text{ Kcal}/\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

Πίνακας 2.1.2: Συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων του κτιρίου

A/A	ΤΜΗΜΑ	$k \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{hm}^2\text{ }^\circ\text{C}} \right)$	$k \left(\frac{\text{BTU}}{\text{hft}^2\text{ }^\circ\text{F}} \right)$
1	Εξωτ.Τοίχοι (0,26m)	0,5	0,1
2	Εξωτ.Τοίχοι (0,12m)	1,9	0,38
3	Εσωτ.Τοίχοι (0,12m)	2,3	0,46
4	Οροφή (0.20m)	0,6	0,12
5	Δάπεδο Ισογείου (0,20m)	0,5	0,1
6	Δάπεδο Α΄ Ορόφου (0,20m)	2,2	0,44
7	Παράθυρα	5,0	1,0
8	Εξωτερική Θύρα	0,9	0,18
9	Εσωτερικές Θύρες	1,2	0,24

2.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Θερμικά φορτία εννοούμε το ποσό της θερμότητας που πρέπει να αφαιρείται από τον κλιματιζόμενο χώρο στη μονάδα του χρόνου, μέσω της κλιματιστικής εγκατάστασης.

Τα θερμικά φορτία είναι δύο ειδών:

- Θερμικά φορτία από **αγωγιμότητα**
- Θερμικά φορτία λόγω εισροής εξωτερικού αέρα από τις χαραμάδες που ονομάζεται **αέρας διείσδυσης**.

Το ποσό της θερμότητας που διαρρέει προς το περιβάλλον από κάθε δομικό στοιχείο που περιβάλλει το θερμαινόμενο χώρο εξαρτάται:

- Από το μέγεθος της επιφάνειας
- Από το είδος των υλικών κατασκευής των δομικών στοιχείων του κτιρίου (τοίχοι, τζάμια, πόρτες κλπ).
- Από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της θερμοκρασίας περιβάλλοντος και της θερμοκρασίας του θερμαινόμενου χώρου.

Για τον υπολογισμό των συνολικών θερμικών απωλειών του κτιρίου ακολουθήσαμε την μεθοδολογία που περιγράφεται παρακάτω. Τα αποτελέσματα αναγράφονται στον Πίνακα (1) του Παραρτήματος II. Οι υπολογισμοί έγιναν σύμφωνα με τις επικρατούσες συνθήκες για την Πάτρα οι οποίες αναγράφονται στον Πίνακα 2.2.1.

Πίνακας 2.2.1: Επικρατούσες συνθήκες για την Πάτρα

ΧΕΙΜΩΝΑΣ			
Εσωτερικές συνθήκες		Εξωτερικές συνθήκες	
Θερμοκρασία	Υγρασία	Θερμοκρασία	Υγρασία
20 °C	50%	-1 °C	90%

Οι συνολικές θερμικές απώλειες του χώρου (Q_h) είναι το άθροισμα των θερμικών απωλειών αγωγιμότητας (Q_T) και των θερμικών απωλειών διεισδύσεως αέρα (Q_L), ήτοι:

$$Q_h = Q_T + Q_L$$

Ø Θερμικά φορτία από αγωγιμότητα (Q_T)

Η σχέση που μας δίνει τις θερμικές απώλειες από αγωγιμότητα είναι:

$$Q_T = k \times A \times \Delta t$$

Όπου:

Q_T : Οι απώλειες θερμότητας από αγωγιμότητα σε (Kcal/h).

k : Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου σε (kcal/hm²°C)

A : Η επιφάνεια που περικλείει το θερμαινόμενο χώρο σε (m²)

Δt : Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του περιβάλλοντος t_o και του θερμαινόμενου χώρου t_i σε °C .

Συντελεστής προσαύξησης των θερμικών απωλειών

Το συνολικό ποσό των θερμικών απωλειών ενός χώρου λόγω αγωγιμότητας, δηλαδή το άθροισμα που προκύπτει από τις θερμικές απώλειες όλων των επιφανειών (τοίχοι, ανοίγματα κ.λπ.) θα πρέπει να προσαυξηθεί λόγω:

- α. Προσανατολισμού του χώρου .
- β. Μη συνεχούς λειτουργίας της κεντρικής θερμάνσεως.

α. Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού του χώρου Z_H

Οι συνολικές απώλειες λόγω αγωγιμότητας ενός χώρου θα πρέπει να αυξηθούν ή να μειωθούν σύμφωνα με τις τιμές του Πίνακα (2.2.2) ανάλογα με τον προσανατολισμό του χώρου.

Πίνακας 2.2.2: Συντελεστής Z_H προσαύξησης λόγω προσανατολισμού (%)

Προσ/μός	ΒΑ	Β	ΒΔ	Δ	Α	ΝΑ	Ν	ΝΔ
Προσαύξηση (%)	+5	+5	+5	0	0	-5	-5	-5

β. Προσαύξηση λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας του χώρου Z_D

Συνήθως η κεντρική θέρμανση δεν λειτουργεί όλο το εικοσιτετράωρο αλλά μόνο ορισμένες ώρες. Στη μελέτη μας η μονάδα θα λειτουργεί **8-12 ώρες το εικοσιτετράωρο**.

Λόγω της διακοπτόμενης λειτουργίας οι θερμικές απώλειες προσαυξάνονται με ένα συντελεστή Z_D , που ονομάζεται “συντελεστής διακοπτόμενης λειτουργίας”. Ο συντελεστής αυτός δίνεται από τον Πίνακα (2.2.3) σε συνάρτηση με το μέγεθος (D) της μέσης θερμοπερατότητας. Η μέση θερμοπερατότητα υπολογίζεται από τη παρακάτω σχέση:

$$D = \frac{\Sigma Q}{E_s (t_{es} - t_{ex})}$$

Όπου E_s : Το συνολικό εμβαδό των επιφανειών του χώρου σε (m^2)

ΣQ : Οι συνολικές θερμικές απώλειες λόγω αγωγιμότητας σε ($kcal/h$)

t_{es} : Εσωτερική επιθυμητή θερμοκρασία του εκάστοτε χώρου σε ($^{\circ}C$)

t_{ex} : Μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία σε ($^{\circ}C$)

(για την **Πάτρα** $t_{ex} = -1^{\circ}C$)

Πίνακας 2.2.3: Συντελεστής Z_D διακοπτόμενης λειτουργίας (%)

Λειτουργία ανά εικοσιτετράωρο	Τιμές D			
	0,1-0,29	0,30-0,69	0,70-1,49	1,5
Συνεχής λειτουργία	7%	7%	7%	7%
Λειτουργία από 12 ως 15 ώρες το 24ωρο	20%	15%	15%	15%
Λειτουργία από 8 ως 12 ώρες το 24ωρο	30%	25%	20%	15%

Πίνακας 2.2.4: Υπολογισμός συντελεστή Z_D διακοπτόμενης λειτουργίας του χώρου (%)

ΧΩΡΟΣ	ΣQ (Kcal/h)	E_s (m^2)	$t_{es} - t_{ex}$ ($^{\circ}C$)	D (Kcal/ $m^2h^{\circ}C$)	Z_D (%)
Αίθουσα 1	2582	378	21	0,32	25
Αίθουσα 2	2147	378	21	0,27	30
Διάδρομος 1	1097	407,48	21	0,13	30
Κυλικείο	1277	122	21	0,50	25
Γραμματεία	307	66	21	0,22	30
Γραφείο Διευθυντή	299	62,64	21	0,23	30
Γραφείο 1	299	62,64	21	0,23	30
Γραφείο 2	299	62,64	21	0,23	30
WC Ανδρών 1	198	59	21	0,16	30
WC Γυναικών 1	198	59	21	0,16	30
Αίθουσα 3	3374	378	21	0,43	25
Αίθουσα 4	3374	378	21	0,43	25
Διάδρομος 2	2567	453,12	21	0,27	30
Βιβλιοθήκη	1125	122	21	0,44	25
Αίθουσα Συνεδριάσεων	1264	143,28	21	0,42	25
Αποθήκη	458	66	21	0,33	25
WC Ανδρών 2	299	59	21	0,24	30
WC Γυναικών 2	299	59	21	0,24	30

Άρα οι συνολικές θερμικές απώλειες του χώρου λόγω αγωγιμότητας είναι:

$$Q_T = (\Sigma Q) \cdot \left(1 + \frac{Z_H}{100} + \frac{Z_D}{100} \right)$$

Ø Θερμικά φορτία λόγω αέρα διείσδυσης (Q_L)

Ο υπολογισμός των θερμικών φορτίων λόγω αέρα διείσδυσης δίνεται από την εξής σχέση:

$$Q_L = \sum (a \cdot l)_A \cdot R \cdot H \cdot (t_{es} - t_{ex}) \cdot Z_E$$

Όπου:

a : συντελεστής διαπερατότητας, δηλαδή η διαπερατότητα ανά (m) σχισμής (χαραμάδας). Ο συντελεστής διαπερατότητας ή διεισδύσεως αέρα είναι ο λόγος των (m^3) αέρα ο οποίος εισέρχεται στον χώρο ανά (m) σχισμής και ανά ώρα (h), για διαφορά πίεσεως $1 \text{ kp}/m^2$ (βλέπε Πίνακα 2.2.5)

l : είναι το συνολικό μήκος σε (m) των σχισμών ή χαραμάδων

R : είναι ειδικός συντελεστής, γνωστός ως "αριθμός χώρου" ή "συντελεστής διεισδυτικότητας του χώρου" (βλέπε Πίνακα 2.2.7)

H : ειδικός συντελεστής προσβολής ανέμου (βλέπε Πίνακα 2.2.8)

t_{es} : Εσωτερική επιθυμητή θερμοκρασία του εκάστοτε χώρου σε ($^{\circ}C$)

t_{ex} : Μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία σε ($^{\circ}C$)

(για την Πάτρα $t_{ex} = -1^{\circ}C$)

Z_E : συντελεστής γωνιακών παραθύρων

- **Υπολογισμός του συντελεστή διεισδύσεως αέρα (a)**

Η τιμή του (a) για συνηθισμένες πόρτες και παράθυρα δίνεται από τον Πίνακα (2.2.5), σε ($Kcal/mhK$). Για κάθε άνοιγμα η τιμή αυτή πολλαπλασιάζεται επί το μήκος των χαραμάδων και στη συνέχεια διαμορφώνεται το άθροισμα $\sum(a \cdot l)_A$, το οποίο αναφέρεται στο σύνολο των ανοιγμάτων (n) του χώρου:

$$\boxed{\sum(a \cdot l)_A = a_1 \cdot l_1 + a_2 \cdot l_2 + \dots + a_n \cdot l_n}$$

Στο κτίριο που κάνουμε την μελέτη τα παράθυρα και η εξωτερική θύρα είναι **απλά μεταλλικά και χωρίς εξώφυλλα**. Άρα σύμφωνα με τον Πίνακα (2.2.5) επιλέγουμε $a = 1,5$.

Πίνακας 2.2.5: Τιμές του συντελεστή διεισδύσεως αέρα (a) μέσω θυρών και παραθύρων

	ΥΛΙΚΟ ΘΥΡΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ	
	Ξύλο ή πλαστικό	Μέταλλο
	$a \left(\text{Se} \frac{\text{Kcal}}{\text{mhK}} \right)$	
Απλά παράθυρα και θύρες χωρίς εξώφυλλα	3,0	1,5
Απλά παράθυρα με εξώφυλλα	2,5	1,5
Διπλά παράθυρα και θύρες	2	1,2
Εσωτερικές θύρες:		
Συνεχώς ανοικτές	40	
Συνήθως ανοικτές	15	

• Υπολογισμός του χαρακτηριστικού αριθμού χώρου ή συντελεστή διεισδυτικότητας (R)

Η τιμή του (R) προκύπτει από τη σχέση:

$$R = \frac{1}{\frac{\sum (a \cdot l)_A}{\sum (a \cdot l)_N} + 1}$$

Όπου:

$(a \cdot l)_A$: είναι οι διαφυγές αέρα προς το εξωτερικό περιβάλλον

$(a \cdot l)_N$: είναι οι διαφυγές αέρα προς εσωτερικούς χώρους από σχισμές, ανοίγματα και χαραμάδες εσωτερικών ανοιγμάτων

Ο υπολογισμός του (R) από την προαναφερθείσα σχέση δεν συνηθίζεται και προτιμάται η εκλογή του (R) από τον Πίνακα (2.2.7) (DIN 4701). Ο υπολογισμός του (R) με την βοήθεια του Πίνακα (2.2.7) βασίζεται στο λόγο (F_A/F_N)

Όπου:

F_A : είναι το συνολικό εμβαδόν των εξωτερικών ανοιγμάτων του χώρου (θύρες, παράθυρα, μπαλκονόθυρες, φεγγίτες, κ.λπ.)

F_N : είναι το συνολικό εμβαδόν των εσωτερικών ανοιγμάτων του χώρου (των μη προσβαλλόμενων από τον άνεμο)

Για κτίρια τα οποία δεν έχουν εξωτερικά ανοίγματα (αποθήκες, ειδικοί χώροι, κ.ά.), ως τιμή του (R) λαμβάνεται η μέγιστη, δηλαδή ($R=1$).

Στο κτίριο που κάνουμε την μελέτη τα παράθυρα είναι **μεταλλικά** και οι εσωτερικές θύρες είναι **στεγανές**.

Πίνακας 2.2.6: Υπολογισμός του συντελεστή διεισδυτικότητας (R)

ΧΩΡΟΣ	F_A	F_N	F_A/F_N	R
Αίθουσα 1	12	4,4	2,7	0,7
Αίθουσα 2	12	4,4	2,7	0,7
Διάδρομος 1	11	19,4	0,6	0,9
Κυλικείο	4,5	2,2	2,0	0,9
Γραμματεία	2,25	1,98	1,1	0,9
Γραφείο Διευθυντή	2,25	1,98	1,1	0,9
Γραφείο 1	2,25	1,98	1,1	0,9
Γραφείο 2	2,25	1,98	1,1	0,9
WC Ανδρών 1	1	1,098	0,5	0,9
WC Γυναικών 1	1	1,098	0,5	0,9
Αίθουσα 3	12	4,4	2,7	0,7
Αίθουσα 4	12	4,4	2,7	0,7
Διάδρομος 2	6	19,14	0,3	0,9
Βιβλιοθήκη	4,5	2,2	2,0	0,9
Αίθουσα Συνεδριάσεων	6	2,2	2,7	0,7
Αποθήκη	2,25	1,98	1,1	0,9
WC Ανδρών 2	1	1,098	0,5	0,9
WC Γυναικών 2	1	1,098	0,5	0,9

Πίνακας 2.2.7: Τιμές του συντελεστή διεισδυτικότητας (R)

ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΘΥΡΕΣ	F_A/F_N	R
Ξύλινα και Πλαστικά	Μη στεγανά	< 3	0,9
	Στεγανά	< 1,5	
Μεταλλικά	Μη στεγανά	< 6	0,7
	Στεγανά	< 2,5	
Ξύλινα και Πλαστικά	Μη στεγανά	3-9	0,7
	Στεγανά	1,5-3	
Μεταλλικά	Μη στεγανά	6-20	0,7
	Στεγανά	2,5-6	

- **Υπολογισμός του συντελεστή προσβολής ανέμου (H)**

Ο συντελεστής προσβολής ανέμου, είναι χαρακτηριστικός αριθμός για κάθε οικοδομή και εξαρτάται από την ειδική θέση της σε σχέση με τους πνέοντες ανέμους. Οι τιμές του συντελεστή προσβολής ανέμου (H) προκύπτουν από τον Πίνακα (2.2.8), αφού προηγουμένως εξεταστεί αν η οικοδομή βρίσκεται σε “προφυλαγμένη” (ως προς τους ανέμους) θέση, σε “εκτεθειμένη” θέση ή σε “ασυνήθιστα εκτεθειμένη” θέση.

Ειδικότερα:

α. Προφυλαγμένη θέση: Μια οικοδομή θεωρείται σε “προφυλαγμένη θέση”, όταν βρίσκεται στο εσωτερικό πόλεως με συνηθισμένο πλάτος δρόμων και συνεχή οικοδομική γραμμή ή μικρές διακοπές.

β. Εκτεθειμένη θέση: Οικοδομές σε αραιοκατοικημένους συνοικισμούς ή χωριά με απόσταση μεταξύ των κτιρίων ή πολύ υψηλές οικοδομές πόλεων ή συγκροτήματα οικοδομών απέναντι στη θάλασσα, σε λίμνη ή μεγάλο ποταμό.

γ. Ασυνήθιστα εκτεθειμένη θέση: Μεμονωμένες οικοδομές σε ανοικτά πεδία (προ θαλάσσης, λίμνης, ποταμού ή επί λόφου, βουνού κ.λπ.).

Η διάκριση α, β, και γ μπορεί να γίνει και για κάθε χώρο και όχι υποχρεωτικά για όλη την οικοδομή (κατά την κρίση του μελετητή). Είναι επομένως δυνατό σε μια ορισμένη πολυκατοικία ορισμένοι χώροι να ανήκουν στην “προφυλαγμένη θέση”, άλλοι στην “εκτεθειμένη” και άλλοι (κυρίως των τελευταίων ορόφων) στην “ασυνήθιστα εκτεθειμένη θέση”.

Στη μελέτη μας το κτίριο βρίσκεται σε **συνήθη περιοχή** από πλευράς ισχύος πνοής ανέμων σε **εν σειρά οικήματα και σε προφυλαγμένη θέση**. Έτσι σύμφωνα με τα παραπάνω επιλέγουμε από τον Πίνακα (2.2.8) $H = 0,24$.

Πίνακας 2.2.8: Συντελεστής θέσεως και ανεμοπροσβολής κτιρίου ή χώρου (H)

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΘΕΣΗ	ΕΝ ΣΕΙΡΑ ΟΙΚΗΜΑΤΑ	ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΑ ΟΙΚΗΜΑΤΑ
Συνήθης περιοχή από πλευράς ισχύος πνοής ανέμων	(α)	0,24	0,34
	(β)	0,41	0,58
	(γ)	0,60	0,84
Περιοχή με ισχυρούς ανέμους	(α)	0,41	0,58
	(β)	0,60	0,84
	(γ)	0,82	1,13
(α) Προφυλαγμένη θέση		(β) Εκτεθειμένη θέση	
(γ) Ασυνήθιστα εκτεθειμένη θέση			

• **Υπολογισμός του συντελεστή παραθύρων (Z_E)**

Τα γωνιακά παράθυρα αποτελούν σοβαρή πρόσθετη πηγή θερμικών απωλειών. Όταν ένας χώρος διαθέτει γωνιακά παράθυρα, λαμβάνει προσαύξηση 20%, δηλαδή:

$$Z_E = 1,2$$

Όταν δεν υπάρχουν γωνιακά παράθυρα λαμβάνεται:

$$Z_E = 1$$

Στη μελέτη μας το κτίριο **δεν έχει γωνιακά παράθυρα**. Έτσι σύμφωνα με τα παραπάνω ο συντελεστής παραθύρων θα είναι $Z_E = 1$.

Παρατήρηση: Ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών λόγω αέρα διείσδυσης (Q_L) δεν είναι απαιτείται διότι η κλιματιστική μας μονάδα δημιουργεί υπερπίεση στον κλιματιζόμενο χώρο που αποτρέπει την εισροή του εξωτερικού αέρα. Όμως επειδή το εν λόγω κτίριο είναι σχολείο και οι πόρτες και τα παράθυρα θα είναι πολλές ώρες ανοικτά υπολογίσαμε και τις θερμικές απώλειες αερισμού για να καλύψουμε αυτές τις απώλειες.

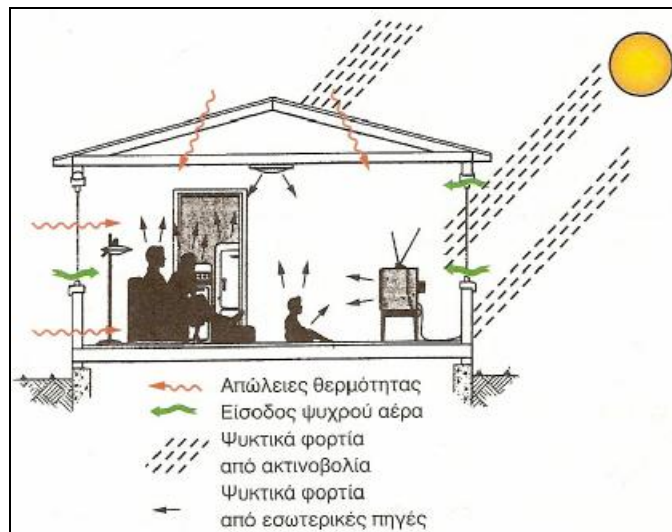
Ακολουθώντας την παραπάνω μεθοδολογία συμπληρώσαμε το έντυπο των θερμικών απωλειών του χώρου που βρίσκεται στον Πίνακα 1 του Παραρτήματος II. Ύστερα από τους υπολογισμούς βρήκαμε ότι **οι συνολικές θερμικές απώλειες όλου του κτιρίου ισούται με** $Q_h = 28645 \text{ Kcal/h}$

2.3 ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

Τα ψυκτικά φορτία όπως γνωρίζουμε είναι δύο ειδών, τα αισθητά και τα λανθάνοντα, με αντίστοιχους συμβολισμούς q_s και q_L . Οι πηγές των ψυκτικών φορτίων μπορεί να βρίσκονται έξω από τον κλιματιζόμενο χώρο, οπότε χαρακτηρίζονται ως **εξωτερικές πηγές**, ενώ αυτές που βρίσκονται μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο, τις λέμε **εσωτερικές πηγές** ψυκτικών φορτίων.

Τα ψυκτικά φορτία από εξωτερικές πηγές είναι τριών ειδών, τα εξής:

- Τα ψυκτικά φορτία από **αγωγιμότητα**
- Τα ψυκτικά φορτία από **ακτινοβολία**
- Τα ψυκτικά φορτία από την **είσοδο εξωτερικού αέρα**



Σχήμα 2.3.1: Σχηματική παράσταση των ψυκτικών φορτίων ενός χώρου

Οι πηγές ψυκτικών φορτίων που βρίσκονται μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο, μας δίνουν τα ακόλουθα τέσσερα είδη ψυκτικών φορτίων:

- Τα ψυκτικά φορτία **από ανθρώπους** που ζουν ή εργάζονται στο χώρο που κλιματίζεται
- Τα ψυκτικά φορτία **από φωτισμό** του χώρου

- Τα ψυκτικά φορτία από **ηλεκτροκινητήρες** που λειτουργούν στον κλιματιζόμενο χώρο
- Τα ψυκτικά φορτία από **ηλεκτρικές συσκευές**

Δηλαδή, συνολικά έχουμε **επτά (7)** είδη ψυκτικών φορτίων. Όλα τα παραπάνω είδη δίνουν αισθητό φορτίο. Λανθάνον φορτίο όμως δίνουν μόνο τα εξής **τρία (3)** από αυτά:

- Ο **εξωτερικός νωπός αέρας**, που είναι και η κύρια αιτία δημιουργίας του λανθάνοντος φορτίου.
- Οι **άνθρωποι**
- Ορισμένες **ηλεκτρικές συσκευές**.

Για τον υπολογισμό των συνολικών ψυκτικών φορτίων του κτιρίου ακολουθήσαμε την μεθοδολογία που περιγράφεται παρακάτω. Τα αποτελέσματα αναγράφονται στον Πίνακα (3) του Παραρτήματος II. Οι υπολογισμοί έγιναν σύμφωνα με τις επικρατούσες συνθήκες για την Πάτρα οι οποίες αναγράφονται στον Πίνακα 2.3.1.

Πίνακας 2.3.1: Επικρατούσες συνθήκες για την Πάτρα

ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ			
Εσωτερικές συνθήκες		Εξωτερικές συνθήκες	
θερμοκρασία	υγρασία	θερμοκρασία	υγρασία
25,6 °C	50%	38 °C	40%

2.3.1 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων

Εμείς στη μελέτη μας υπολογίσαμε τα ψυκτικά φορτία του κτιρίου σύμφωνα με την παρακάτω μεθοδολογία. Τα αποτελέσματα φαίνονται στους Πίνακες που βρίσκονται στο Παράρτημα. Οι υπολογισμοί των ψυκτικών

φορτίων έγιναν για τον μήνα Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο και συγκεκριμένα για την χαρακτηριστική ημέρα κάθε μηνός. Επίσης προσδιορίσαμε την ώρα και τον μήνα που εμφανίζεται το μέγιστο ψυκτικό φορτίο (Q_{ψ}) σύμφωνα με το οποίο υπολογίσαμε την ψυκτική ισχύ της μονάδας.

1. Ψυκτικά φορτία από αγωγιμότητα

Ø Συναγωγή μέσω της εξωτερικής δομής

Τα κέρδη θερμότητας μέσω της εξωτερικής στέγης, των τοίχων, και των τζαμιών βρίσκονται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$Q = U \cdot A \cdot CLTD_c \quad (1)$$

Όπου:

Q : καθαρό θερμικό κέρδος λόγω συναγωγής μέσω της στέγης, του τοίχου, ή του γυαλιού, BTU/h.

U : γενικός συντελεστής μετάδοσης θερμότητας για τη στέγη, τον τοίχο, ή το γυαλί από Πίνακα (2.1.2) BTU/h-ft²-F

A : εμβαδόν της στέγης, του τοίχου, ή του γυαλιού, ft²

$CLTD_c$: (διορθωμένη) διαφορά θερμοκρασίας, F

Η $CLTD$ είναι μια διαφορά θερμοκρασίας που προσμετρά την αποθήκευση θερμότητας. Διάφοροι πίνακες περιέχουν τις τιμές του $CLTD$ για διαφορετικές κατασκευές στεγών και τοίχων. Οι τιμές $CLTD$ που διαβάζονται από πίνακες πρέπει να διορθωθούν ως εξής:

$$CLTD_c = [(CLTD + LM) \cdot K + (78 - t_R) + (t_o - 85)] \cdot f \quad (2)$$

$CLTD_c$: διορθωμένη τιμή του $CLTD$, F

$CLTD$: θερμοκρασιακή διαφορά από τους πίνακες (2.3.1), (2.3.2) και (2.3.3), F

LM : διόρθωση για το γεωγραφικό πλάτος και το μήνα από τον Πίνακα (2.3.4)

K : διόρθωση για το χρώμα της επιφάνειας

$K = 1,0$ για σκοτεινά χρώματα ή βιομηχανικές περιοχές

$K = 0,5$ για ανοικτό χρώμα στέγης

$K = 0,65$ για ανοικτό χρώμα τοίχου

t_R : θερμοκρασία δωματίου, F

t_o : μέση εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού (περιβάλλοντος), F

f : διόρθωση για τον εξαερισμό οροφής (για τη στέγη μόνο)

$f = 0,75$ για ανεμιστήρα σε σοφίτα ή ψευδοροφή, διαφορετικά $f = 1,0$

Πίνακας 2.3.1: Θερμοκρασιακή διαφορά CLTD για τοίχους

Προσ/μός	Ωρα							
	9	10	11	12	13	14	15	16
B	9	9	9	8	9	9	9	10
A	15	15	17	19	21	22	24	25
Δ	18	17	16	15	14	14	14	15
N	12	11	11	11	11	12	14	15

Πίνακας 2.3.2: Θερμοκρασιακή διαφορά CLTD για οροφή, F

Προσ/μός	Ωρα							
	9	10	11	12	13	14	15	16
Ορ.	10	14	20	26	33	40	46	50

Πίνακας 2.3.3: Θερμοκρασιακή διαφορά CLTD για την κεντρική πόρτα, F

Προσ/μός	Ωρα							
	9	10	11	12	13	14	15	16
Ορ.	54	55	50	40	53	31	30	29

Πίνακας 2.3.4: Διόρθωση για το γεωγραφικό πλάτος και το μήνα LM

Προσ/μός	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος
B	1	0	-2
A	1	0	0
Δ	1	0	0
N	-1	1	4
Ορ.	2	1	-3

Πίνακας 2.3.5: Διαφορές θερμοκρασίας CLTD ψυκτικών φορτίων για συναγωγή μέσω γυαλιού, F

Ωρα	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
<i>CLTD (F)</i>	0	-2	-2	0	4	9	13	14	12	8	4	2

Για τζάμια χρησιμοποιούνται τιμές της $CLTD$ από τον Πίνακα (2.3.5) και η εξίσωση (2) γίνεται:

$$\boxed{CLTD_c = CLTD + (78 - t_R) + (t_O - 85)} \quad (3)$$

Ø Συναγωγή μέσω της εσωτερικής δομής

Η θερμότητα που ρέει από εσωτερικούς (τυχόν) μη κλιματιζόμενους χώρους στους κλιματιζόμενους, μέσω χωρισμάτων, πατώματων και οροφών μπορεί να βρεθεί από την εξίσωση:

$$\boxed{Q = U \cdot A \cdot TD} \quad (4)$$

Όπου

Q : ρυθμός μετάδοσης θερμότητας μέσω χωρίσματος, πατώματος, ή οροφής, BTU/h.

U : γενικός συντελεστής μετάδοσης θερμότητας για τα χωρίσματα, τα πατώματα, ή την οροφή, BTU/h-ft²-F

A : εμβαδόν του χωρίσματος, του πατώματος, ή της οροφής, ft²

TD : διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ μη κλιματιζόμενου και κλιματιζόμενου χώρου, F.

2. Ψυκτικά φορτία από ακτινοβολία

Η ακτινοβολουμένη ενέργεια από τον ήλιο περνά μέσω των διαφανών υλικών όπως το γυαλί και γίνεται θερμικό κέρδος για το δωμάτιο. Η τιμή της μεταβάλλεται με το χρόνο, τον προσανατολισμό, τη σκίαση, και την επίδραση αποθήκευσης. Το καθαρό θερμικό κέρδος μπορεί να βρεθεί από την ακόλουθη εξίσωση:

$$Q = SHGF \cdot A \cdot SC \cdot CLF \quad (5)$$

Όπου:

Q : καθαρό ηλιακό θερμικό κέρδος ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού, BTU/h

$SHGF$: μέγιστος παράγοντας ηλιακού θερμικού κέρδους, BTU/h-ft²

A : εμβαδόν του τζαμιού, ft²

SC : συντελεστής σκίασης

CLF : παράγοντας ψυκτικού φορτίου για το τζάμι

Ο μέγιστος παράγοντας ηλιακού θερμικού κέρδους (SHGF) είναι το μέγιστο ηλιακό θερμικό κέρδος μέσω μονού καθαρού τζαμιού πάχους 1/8 in σε ένα δεδομένο μήνα, προσανατολισμό, και γεωγραφικό πλάτος. Οι τιμές παρουσιάζονται σε πίνακα για την εικοστή πρώτη ημέρα κάθε μήνα. Για διαφορετικούς τύπους τζαμιών από το προαναφερθέν (1/8") καθώς και χρήση μηχανισμών σκίασης χρησιμοποιείται ο συντελεστής SC, τιμές του οποίου δίνονται σε πίνακα. Στη μελέτη μας τα παράθυρα του κτιρίου είναι από **μόνο τζάμι καθαρό χωρίς εσωτερική σκίαση**. Έτσι από πίνακα η τιμή του συντελεστή σκίασης είναι SC=1,00.

Ο παράγοντας CLF περιέχει την αποθήκευση μέρους του ηλιακού θερμικού κέρδους. Το κτίριο μας είναι **ελαφριάς** κατασκευής και οι τιμές του CLF δίνονται από τον Πίνακα 2.3.7.

Πίνακας 2.3.6: Μέγιστος παράγοντας ηλιακού θερμικού κέρδους SHGF, BTU/h-ft²

Προσ/σμός	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος
B	48	38	35
A	216	216	216
Δ	216	216	216
N	95	109	149

Πίνακας 2.3.7: Παράγοντας ψυκτικού φορτίου για το τζάμι CLF

Προσ/μός	Ωρα							
	9	10	11	12	13	14	15	16
B	0,56	0,63	0,71	0,76	0,80	0,82	0,82	0,79
A	0,57	0,57	0,51	0,42	0,36	0,32	0,29	0,25
Δ	0,10	0,11	0,13	0,14	0,20	0,32	0,45	0,57
N	0,22	0,34	0,48	0,59	0,65	0,65	0,59	0,50

3. Ψυκτικά φορτία από φωτισμό

Η εξίσωση για τον καθορισμό του κέρδους θερμότητας από το φωτισμό είναι:

$$Q = 3,4 \cdot W \cdot BF \cdot CLF \quad (6)$$

Όπου:

Q : καθαρό θερμικό κέρδος από το φωτισμό, BTU/h.

W : ισχύς φωτισμού, Watt

BF : παράγοντας τύπου φωτισμού

CLF : παράγοντας φορτίου ψύξης για το φωτισμό

Ο όρος W είναι η ισχύς των φώτων σε Watt. Η τιμή 3.4 μετατρέπει τα Watt σε BTU/h.

Ο παράγοντας BF είναι 1.25 για φωτισμό φθορισμού. Για τους λαμπτήρες πυρακτώσεως $BF = 1.0$.

Στη μελέτη μας έχουμε **λαμπτήρες φθορισμού** οπότε ο παράγοντας τύπου φωτισμού είναι $BF=1,25$.

Ο παράγοντας CLF προσμετρά την αποθήκευση μέρους του κέρδους της θερμότητας φωτισμού. Η επίδραση αποθήκευσης εξαρτάται από το πόση ώρα ο φωτισμός και το σύστημα ψύξης βρίσκονται σε λειτουργία, από το είδος κατασκευής του κτιρίου, τον τρόπο ανάρτησης φωτισμού και τον ρυθμό εξαερισμού. Συνήθως $CLF = 1,0$.

4. Ψυκτικά φορτία από ανθρώπους

Το θερμικό κέρδος από τους ανθρώπους αποτελείται από δύο μέρη, την αισθητή θερμότητα και τη λανθάνουσα, ως αποτέλεσμα κυρίως της εφίδρωσης.

Οι εξισώσεις για τα αισθητά και λανθάνοντα θερμικά κέρδη είναι:

$$Q_s = q_s \cdot n \cdot CLF \quad (7)$$

$$Q_L = q_L \cdot n \quad (8)$$

Q_s, Q_L : αισθητά και λανθάνοντα θερμικά κέρδη

q_s, q_L : αισθητά και λανθάνοντα θερμικά κέρδη ανά άτομο

n : αριθμός ανθρώπων

CLF : παράγοντας ψυκτικού φορτίου για τους ανθρώπους

Το θερμικό κέρδος από τους ανθρώπους εξαρτάται από τη σωματική τους δραστηριότητα. Ο Πίνακας (2.3.8) απαριθμεί τιμές για ορισμένες χαρακτηριστικές δραστηριότητες για θερμοκρασία δωματίου 78 F DB.

Πίνακας 2.3.8: Θερμικό κέρδος λόγω ανθρώπων

Δραστηριότητα	Αισθητή θερμότητα q_s (W)	Λανθάνουσα θερμότητα q_L (W)
Εργασία γραφείου	63	69
Άτομα όρθια ή βαδίζοντα με βραδύ ρυθμό	64,5	82
Άτομα καθισμένα και μετρίως εργαζόμενα	60	63
Άτομα καθισμένα αναπαυτικά	62	41
Άτομα που καταβάλλουν μικρή προσπάθεια	70	91

Ο παράγοντας αποθήκευσης θερμότητας CLF ισχύει για το κέρδος αισθητής θερμότητας από τους ανθρώπους. Εάν το σύστημα κλιματισμού κλείνει τη νύχτα, $CLF = 1,0$. Σε πίνακες περιέχονται τιμές του CLF για τους ανθρώπους.

5. Ψυκτικά φορτία από εξοπλισμό

Το θερμικό κέρδος από τον εξοπλισμό μπορεί μερικές φορές να βρεθεί άμεσα από στοιχεία που ενδεχομένως παρέχει ο κατασκευαστής του, που αφορούν διακοπτόμενη χρήση του κλιματισμού. Κάποιες συσκευές παράγουν και αισθητή και λανθάνουσα θερμότητα. Σε εμάς ο εξοπλισμός αποτελείται από τις **ηλεκτρικές συσκευές** που φαίνονται στον Πίνακα (2.3.9).

Πίνακας 2.3.9: Θερμικό κέρδος από συσκευές

Είδος Συσκευής	Αισθητή θερμότητα BTU / h	Λανθάνουσα θερμότητα BTU / h
Παρασκευαστής καφέ	770	230
Θερμαντήρας καφέ	230	70
Τοστιέρα	2230	1970
Μαντεμένα πλάκα	1680	1120
Ηλεκτροκινητήρας	1000	-
H/Y	1360	-

Σημείωση: Ψυκτικά φορτία από τον αέρα διείσδυσης δεν έχουμε διότι η κλιματιστική μας μονάδα δημιουργεί υπερπίεση στον κλιματιζόμενο χώρο που αποτρέπει την εισροή του εξωτερικού αέρα.

Ύστερα από αυτούς τους υπολογισμούς βρήκαμε ότι το μέγιστο ψυκτικό φορτίο (Παράρτημα II Πίνακας 4) εμφανίζεται την **21^h Αυγούστου στις 3μ.μ.** και είναι $Q_{\psi} = 403358 BTU/h$. Οι υπολογισμοί και τα αποτελέσματα των ψυκτικών φορτίων από εξοπλισμό, ανθρώπους και φωτισμό αναγράφονται στους Πίνακες (2) του Παραρτήματος II.

2.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΥ ΝΩΠΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΓΟΜΕΝΟΥ ΑΕΡΑ

Για να υπολογίσουμε την απαιτούμενη ποσότητα προσαγόμενου αέρα $\left(\dot{V}_{pros} \right)$ πρέπει πρώτα να υπολογίσουμε την απαιτούμενη ποσότητα νωπού αέρα

$\left(\dot{V}_{\text{νωπού}} \right)$. Οι ενδεικνυόμενες ποσότητες νωπού αέρα ανά άτομο φαίνονται στον Πίνακα (2.4.1). Ο απαιτούμενος προσαγόμενος αέρας υπολογίζεται με βάση τις ωριαίες εναλλαγές του αέρα (Πίνακας 2.4.2) και τον όγκο του χώρου. Υπολογίζοντας τον απαιτούμενο νωπό και προσαγόμενο αέρα σε κάθε χώρο βρίσκουμε την συνολική ποσότητα νωπού και προσαγόμενου αέρα όλου του κτιρίου. Τα συνοπτικά αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα (2.4.3).

Πίνακας 2.4.1: Απαιτούμενη ποσότητα νωπού αέρα κατά σχέδιο TOTEE 2425/86 για εκπαιδευτικά κτίρια

ΧΩΡΟΣ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ $\dot{V}_{\text{ατομου}} \left(m^3/h \text{ _ άτομο} \right)$
Αίθουσα διδασκαλίας	26
Διάδρομος	30
Κυλικείο	30
Γραμματεία	22
Γραφείο	22
WC	$36 \text{ m}^3/h \cdot \text{m}^2 \text{ _ δαπέδου}$
Βιβλιοθήκη	30
Αίθουσα Συνεδριάσεων	30
Αποθήκη	15

Πίνακας 2.4.2: Ωριαίες εναλλαγές του αέρα

ΧΩΡΟΣ	ΩΡΙΑΙΑ ΕΝΑΛΛΑΓΗ ΑΕΡΑ
Αίθουσα διδασκαλίας	6 φορές
Διάδρομος	6 φορές
Κυλικείο	6 φορές
Γραμματεία	6 φορές
Γραφείο	6 φορές
WC	8 φορές
Βιβλιοθήκη	5 φορές
Αίθουσα Συνεδριάσεων	7 φορές
Αποθήκη	4 φορές

Πίνακας 2.4.3: Συνοπτικά αποτελέσματα

ΧΩΡΟΣ	ΑΤΟΜΑ	ΟΓΚΟΣ ΧΩΡΟΥ V (m^3)	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΝΩΠΟΣ ΑΕΡΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΑΤΟΜΩΝ $\dot{V}_{nwpou} = \dot{A}toma \cdot \dot{V}_{atoumu}$ (m^3/h)	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΠΡΟΣΑΓΟΜΕΝΟΣ ΑΕΡΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΝ ΟΓΚΟ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ $\dot{V}_{pros.} = EnallagēV \cdot V$ (m^3/h)	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΠΡΟΣΑΓΟΜΕΝΟΣ ΑΕΡΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ 56% ΤΟΥ ΝΩΠΟΥ ΑΕΡΑ $\dot{V}_{ΠΡΟΣ.} = \dot{V}_{nwpou} / 0,56$ (m^3/h)
Αίθουσα 1	64	486	1664	2912	2971
Αίθουσα 2	64	486	1664	2912	2971
Διάδρομος 1	20	431,2	600	2587	2587
Κυλικείο	28	112	840	672	1500
Γραμματεία	7	48	154	288	288
Γραφείο Διευθυντή	3	44,16	66	265	265
Γραφείο 1	4	44,16	88	265	265
Γραφείο 2	4	44,16	88	265	265
WC Ανδρών 1	5	40	360	320	643
WC Γυναϊκών 1	5	40	360	320	643
Αίθουσα 3	64	486	1664	2912	2971
Αίθουσα 4	64	486	1664	2912	2971
Διάδρομος 2	25	483,36	750	2900	2900
Βιβλιοθήκη	25	112	750	560	1339
Αίθουσα Συνεδριάσεων	25	136,32	750	954	1339
Αποθήκη	3	48	45	192	192
WC Ανδρών 2	5	40	360	320	643
WC Γυναϊκών 2	5	40	360	320	643
ΣΥΝΟΛΟ	-	-	$\sum \dot{V}_{nwpou} = 12300 m^3/h$	$\sum \dot{V}_{prosagomenou} = 22000 m^3/h$	$\sum \dot{V}_{prosagomenou} = 25400 m^3/h$

Το ποσοστό του νωπού αέρα συγκριτικά με το ποσό του ανακυκλοφορούντος αέρα είναι:

$$\left(\frac{\sum \dot{V}_{nwpou}}{\sum \dot{V}_{prosagomenou}} \right) \cdot 100 = 12300/22000 = 56\%.$$

Δηλαδή έχουμε 56% νωπό αέρα και 44% αέρα ανακυκλοφορίας που εισάγουμε στο χώρο.

Σύμφωνα με το 56% του νωπού αέρα υπολογίζουμε την συνολική ποσότητα προσαγόμενου αέρα που είναι $\boxed{\sum \dot{V}_{prosagomenou} = 25400 m^3/h}$.

Η συνολική ποσότητα του νωπού αέρα με βάση το 56% του νωπού υπολογίζεται ως εξής:

$$\sum_{\text{νωπού}} = 0,56 \cdot \sum_{\text{προσαγόμενου}} = 0,56 \cdot 25400 \text{ m}^3/\text{h} = 14224 \text{ m}^3/\text{h}$$

Έτσι ο συνολικός απαιτούμενος νωπός αέρας θα είναι: $\boxed{\sum_{\text{νωπού}} = 14300 \text{ m}^3/\text{h}}$.

Σημείωση: Σε περίπτωση που το αποτέλεσμα του απαιτούμενου προσαγόμενου αέρα με βάση το 56% του νωπού αέρα $\left(\dot{V}_{\text{ΠΡΟΣ.}} \right)$ είναι μικρότερο από το αποτέλεσμα του απαιτούμενου προσαγόμενου αέρα με βάση τον όγκο του κτιρίου $\left(\dot{V}_{\text{ΠΡΟΣ.}} \right)$, τότε ο απαιτούμενος προσαγόμενος αέρας με βάση το 56% του νωπού αέρα $\left(\dot{V}_{\text{ΠΡΟΣ.}} \right)$ θα είναι ίσος με τον απαιτούμενο προσαγόμενο αέρα με βάση τον όγκο του κτιρίου $\left(\dot{V}_{\text{ΠΡΟΣ.}} \right)$.

Ø Υπολογισμός συντελεστή αισθητής θερμότητας SHF

Ο υπολογισμός του συντελεστή αισθητής θερμότητας θα μας χρησιμεύσει για να απεικονίσουμε τις μεταβολές των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών του αέρα στο ψυχομετρικό χάρτη για το χειμώνα και το καλοκαίρι.

-Το συνολικό ψυκτικό φορτίο του κτιρίου είναι: $Q_{\psi} = 403358 \text{ BTU}/\text{h}$

-Το συνολικό λανθάνον ψυκτικό φορτίο του κτιρίου είναι: $Q_L = 101544 \text{ BTU}/\text{h}$

-Το συνολικό αισθητό ψυκτικό φορτίο του κτιρίου είναι:

$$Q_s = Q_{\psi} - Q_L = 403358 \text{ BTU}/\text{h} - 101544 \text{ BTU}/\text{h} = 301814 \text{ BTU}/\text{h}$$

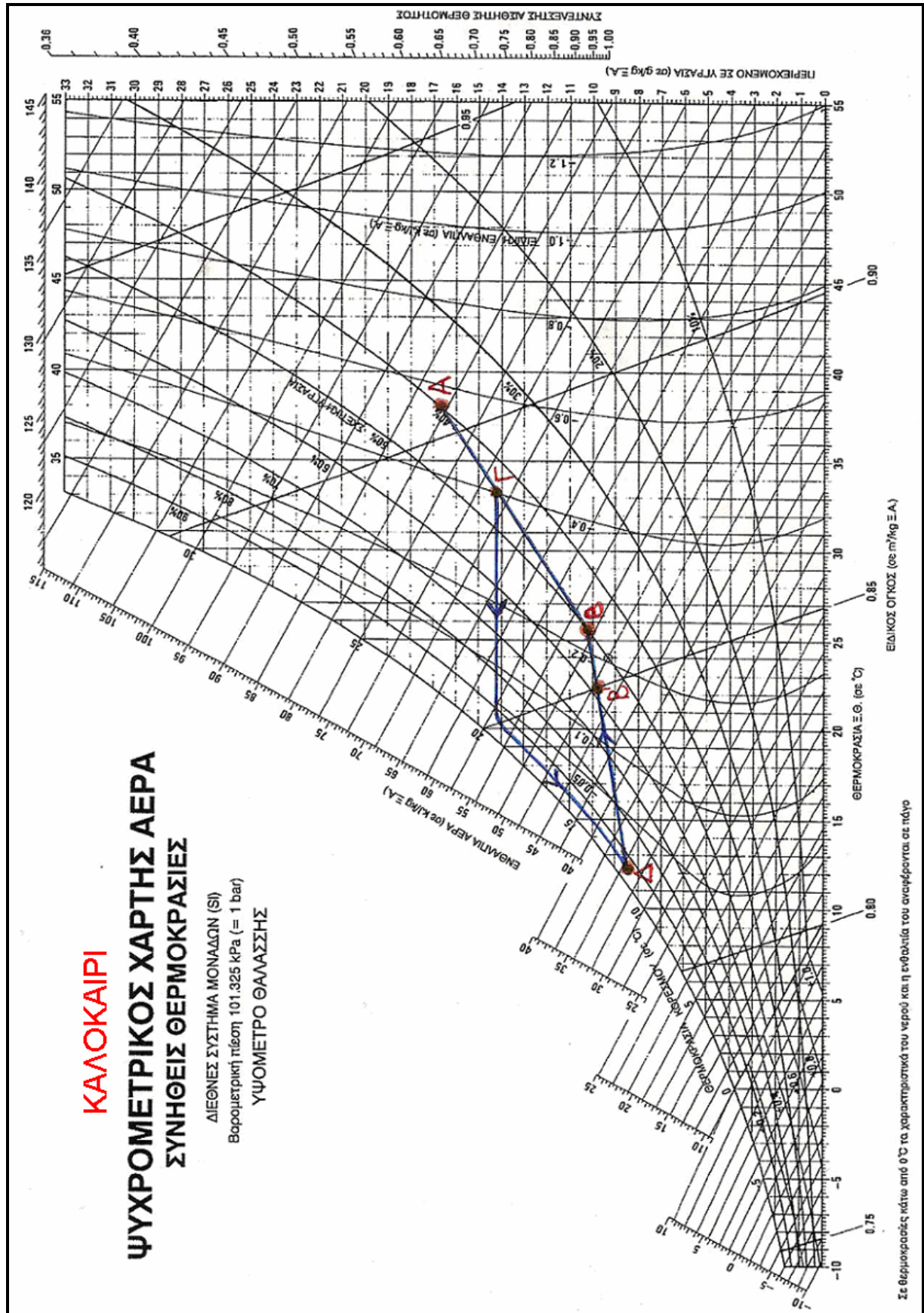
$$SHF = \frac{Q_s}{Q_{\psi}} = \frac{301814 \text{ BTU}/\text{h}}{403358 \text{ BTU}/\text{h}} = 0,75$$

Ø Σχεδίαση ψυχομετρικού χάρτη

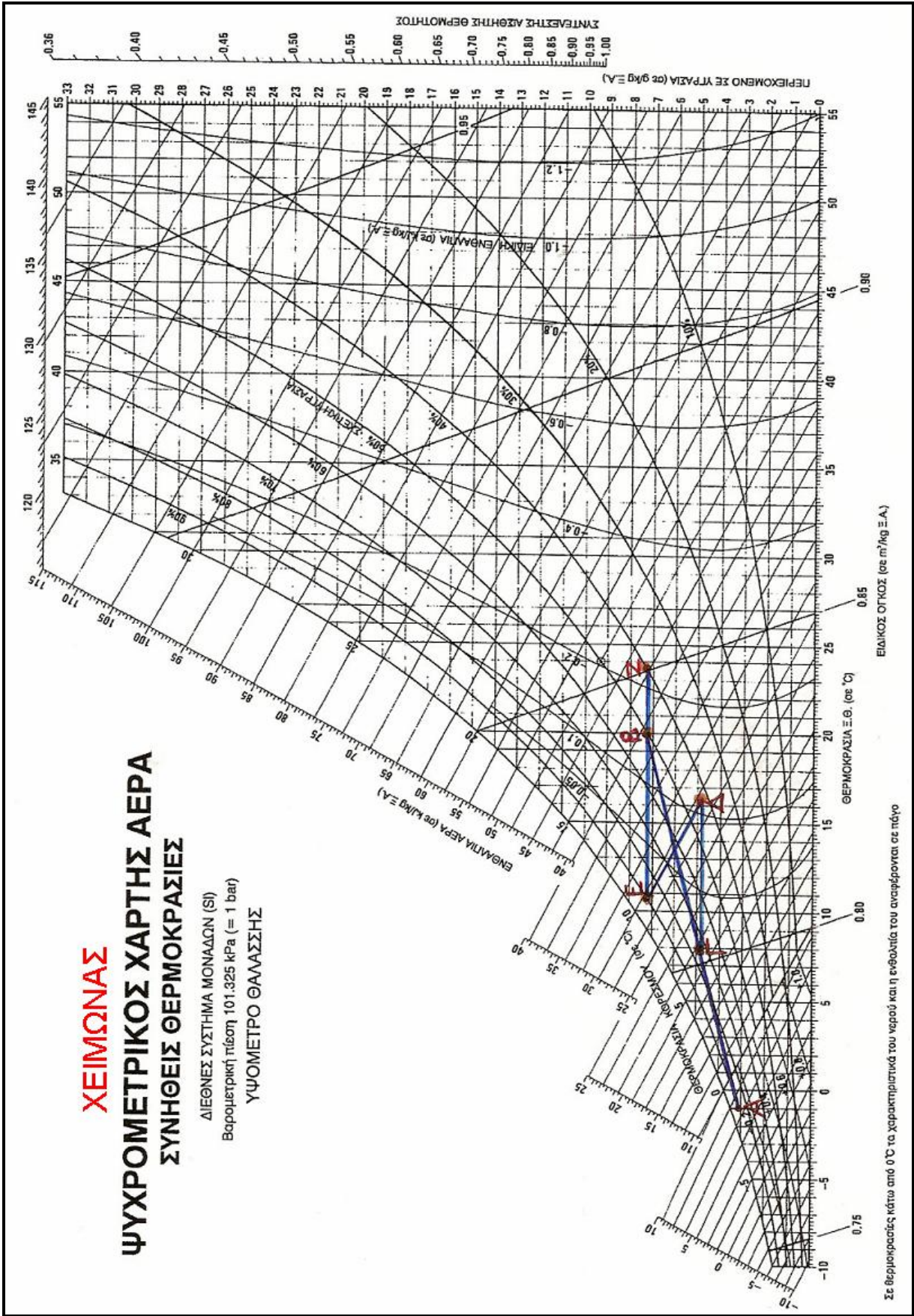
Για την απεικόνιση των μεταβολών των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών του αέρα στο ψυχομετρικό χάρτη για το χειμώνα και το καλοκαίρι χρησιμοποιήσαμε το συντελεστή αισθητής θερμότητας **SHF=0,75**, το ποσοστό ανακυκλοφορίας του αέρα το οποίο ισούται με **44%** και τις **επικρατούσες συνθήκες για την Πάτρα** οι οποίες αναγράφονται στον Πίνακα (2.4.4).

Πίνακας 2.4.4 : Επικρατούσες συνθήκες για την Πάτρα

Εποχή	Εσωτερικές συνθήκες		Εξωτερικές συνθήκες	
	θερμοκρασία	υγρασία	θερμοκρασία	υγρασία
Καλοκαίρι	25,6 °C	50%	38 °C	40%
Χειμώνας	20 °C	50%	-1 °C	90%



Σχήμα (2.4.5): Ψυχομετρικός χάρτης για το καλοκαίρι



Σχήμα (2.4.5): Ψυχομετρικός χάρτης για το χειμώνα

Ø Επεξήγηση του ψυχομετρικού χάρτη για το καλοκαίρι

Όπως βλέπουμε από το Σχήμα (2.4.4) προσδιορίζουμε πρώτα το σημείο A το οποίο υποδηλώνει τις συνθήκες που επικρατούν στην ατμόσφαιρα, με $T_{ex} = 38^{\circ}C$ και ποσοστό σχετικής υγρασίας 40%. Έπειτα προσδιορίζουμε το σημείο B το οποίο υποδηλώνει τις επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες του χώρου με $T_{es} = 25,6^{\circ}C$ και ποσοστό σχετικής υγρασίας 50%.

Για να υπολογίσουμε το σημείο μίξης Γ ενώνουμε τα σημεία A και B τοποθετούμε το σημείο αυτό στο 44% της απόστασης τους από τη αρχή του σημείου A γνωρίζοντας ότι το ποσοστό ανακυκλοφορίας του αέρα είναι 44%.

Έτσι από το σημείο Γ παραλαμβάνεται ο αέρας και αρχικά ψύχεται στο ψυκτικό στοιχείο με αποτέλεσμα να έχουμε ανύψωση του ποσοστού σχετικής υγρασίας μέχρι το ποσοστό του 95% περίπου. Έπειτα ο αέρας εξακολουθεί να ψύχεται στο ψυκτικό στοιχείο με σταθερό πλέον ποσοστό σχετικής υγρασίας ώσπου να φτάσει περίπου στους $12^{\circ}C$ (σημείο Δ). Το σημείο Δ είναι το σημείο τομής της ευθείας η οποία χαράσσεται παράλληλα με την κλίση της ευθείας του σημείου του συντελεστή αισθητής θερμότητας **SHF=0,75** και της καμπύλης της σχετικής υγρασίας.

Από το σημείο Δ αρχίζει η προσαγωγή του αέρα στο χώρο με αποτέλεσμα ο αέρας να αποκτήσει τις επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες (σημείο B).

Σημείωση: Το σημείο B' ευρέθη κατά τον έλεγχο παροχής της μονάδος για ψύξη και θα εξηγηθεί παρακάτω η σημασία του.

Ø Επεξήγηση του ψυχομετρικού χάρτη για το χειμώνα

Όπως και στην περίπτωση του καλοκαιριού έτσι και για τον χειμώνα (Σχήμα 2.4.5) έχουμε ένα σημείο A που υποδηλώνει τις συνθήκες που

επικρατούν στην ατμόσφαιρα, με $T_{ex} = -1^{\circ}C$ και ποσοστό σχετικής υγρασίας 90% και το σημείο B με $T_{es} = 20^{\circ}C$ και ποσοστό σχετικής υγρασίας 50% που υποδηλώνει τις επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες του χώρου.

Για να υπολογίσουμε το σημείο μίξης Γ ενώνουμε τα σημεία A και B και τοποθετούμε το σημείο αυτό στο 44% της απόστασης τους από την αρχή του A γνωρίζοντας ότι το ποσοστό ανακυκλοφορίας του αέρα είναι 44%.

Θα χρησιμοποιήσουμε κλιματιστική μονάδα με δύο θερμοκρασιακά στοιχεία, ένα προθερμαντικό και ένα μεταθερμαντικό στοιχείο. Η μεταβολή του αέρα στο μεταθερμαντικό στοιχείο απεικονίζεται ως εξής: Φέρνουμε μια ευθεία από το σημείο B παράλληλη στον άξονα της θερμοκρασίας Ξ.Θ και προς τον άξονα της ενθαλπίας μέχρι να αγγίξουμε το ποσοστό σχετικής υγρασίας 90% περίπου (σημείο E).

Ύστερα από την προθέρμανση του αέρα έχουμε ύγρανση του αέρα η οποία απεικονίζεται ως εξής: Από το σημείο E κατεβαίνουμε ισενθαλπικά προς τον άξονα της θερμοκρασίας Ξ.Θ. Η μεταβολή του αέρα στο προθερμαντικό στοιχείο απεικονίζεται ως εξής: Από το σημείο Γ φέρνουμε παράλληλη προς τον άξονα της θερμοκρασίας Ξ.Θ. μέχρι να ενώσουμε τις δύο ευθείες (σημείο Δ). Έτσι η πορεία του αέρα στον ψυχομετρικό χάρτη είναι η εξής:

Γ-Δ: Προθέρμανση αέρα

Δ-E: Ύγρανση αέρα με αδιαβατικό υγραντήρα ($\Delta h=0$)

E-B-Z: Μεταθέρμανση αέρα

Παρατηρούμε ότι στο στάδιο της μεταθέρμανσης του αέρα συνεχίζουμε να θερμαίνουμε τον αέρα μέχρι τους $23,9^{\circ}C$ (σημείο Z) έτσι ώστε ο αέρας να αποκτήσει τις εσωτερικές επιθυμητές συνθήκες $T_{es} = 20^{\circ}C$ αναμιγνυόμενος με τον αέρα του χώρου.

Ø Έλεγχος παροχής μονάδος για ψύξη:

Από το ψυχομετρικό χάρτη για το καλοκαίρι βρίσκουμε την ενθαλπία του σημείου Δ που είναι: $h_{\Delta} = 33,5 \text{ KJ/kg}$. Γνωρίζουμε ότι το μέγιστο ψυκτικό φορτίο ισούται με: $Q_{\Psi} = 403358 \text{ BTU/h}$. Μετατρέποντας το σε Kcal/h και σε KJ/h έχουμε:

$$Q_{\Psi} = 403358 \text{ BTU/h} = 101646 \text{ Kcal/h} \cdot 4,187 = 425592 \text{ KJ/h}.$$

Επίσης ξέρουμε ότι $\sum_{\text{prosagómenou}} = 25400 \text{ m}^3/\text{h}$. Αντικαθιστώντας τώρα τα δεδομένα στην παρακάτω σχέση και λύνοντας ως προς $h_{B'}$, βρήκαμε τα εξής:

$$Q_{\Psi} = 1,2 \cdot \sum_{\text{prosagómenou}} \cdot \Delta h_{B'\Delta} \Rightarrow h_{B'} = h_{\Delta} + \frac{Q_{\Psi}}{1,2 \cdot \sum_{\text{prosagómenou}}} = 33,5 + \frac{425592 \text{ KJ/h}}{1,2 \cdot 25400 \text{ m}^3/\text{h}} \Rightarrow$$
$$Q_{\Psi} = 47,5 \text{ KJ/kg}$$

$$\text{Άρα } \Delta h_{B'\Delta} = h_{B'} - h_{\Delta} = (47,5 - 33,5) \text{ KJ/kg} = 14 \text{ KJ/kg}$$

Βλέπουμε ότι επαρκεί η παροχή αέρα $25400 \text{ m}^3/\text{h}$ διότι το ψυκτικό φορτίο των χώρων προκαλεί μεταβολή της ενθαλπίας του ψυχρού αέρα (από το σημείο Δ μέχρι το σημείο B') κατά 14 KJ/kg που είναι μικρότερη από τη συνολική μεταβολή (από το σημείο Δ μέχρι το σημείο B) $\Delta h_{B\Delta} = (52 - 33,5) \text{ KJ/kg} = 18,5 \text{ KJ/kg}$.

Όμως εδώ κρίνεται αναγκαίο να πούμε ότι ιδανικό θα ήταν το σημείο B' να συνέπιπτε με το σημείο B δηλαδή ($h_B = h_{B'}$). Σε αυτή την περίπτωση για να προσεγγίσουμε το σημείο B κάνουμε διάφορα τεχνάσματα όπως το να κάνουμε αναθέρμανση στον αέρα προσαγωγής με την βοήθεια αντιστάσεων. Επίσης μπορούμε να κάνουμε παράκαμψη ενός μέρους του αέρα στο ψυκτικό στοιχείο της μονάδας επιτυγχάνοντας τις επιθυμητές συνθήκες. Ο δεύτερος τρόπος είναι πιο οικονομικός και ο πιο χρησιμοποιούμενος διότι η αναθέρμανση απαιτεί ιδιαίτερο εξοπλισμό που έχει σαν αποτέλεσμα αυξημένο κόστος. Έτσι με αυτούς τους τρόπους προσπαθούμε να προσεγγίσουμε τις επιθυμητές συνθήκες.

Σημείωση: Αφού η παροχή αέρα $\sum_{\text{προσαγόμενου}} = 25400 \text{ m}^3/\text{h}$ επαρκεί για την κάλυψη των ψυκτικών φορτίων, συνήθως επαρκεί και για την κάλυψη των θερμικών φορτίων οπότε δεν χρειάζεται να γίνει ο έλεγχος της μονάδας για θέρμανση.

Ø Τελικό ποσοστό του νωπού αέρα και του αέρα ανακυκλοφορίας.

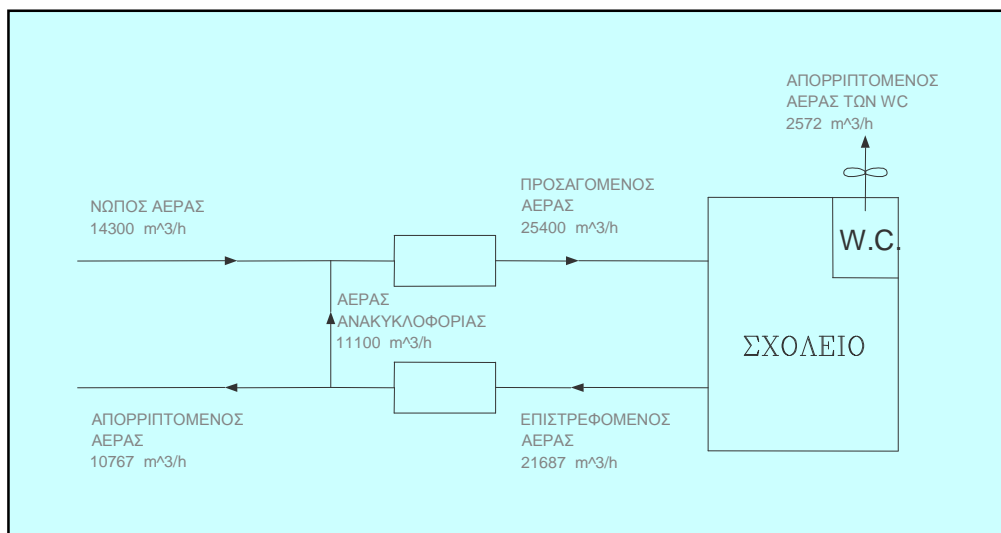
Έτσι σύμφωνα με τον έλεγχο που κάναμε παραπάνω τα ποσοστά νωπού αέρα και του αέρα ανακυκλοφορίας είναι τα εξής:

$$\sum_{\text{ΝΩΠΟΥ}} = 14300 \text{ m}^3/\text{h} \quad \text{και} \quad \sum_{\text{ΠΡΟΣΑΓΟΜΕΝΟΥ}} = 25400 \text{ m}^3/\text{h}$$

-Τελικό ποσοστό νωπού αέρα: $f_{\text{νωπού}} = (14300/25400) \cdot 100 = 56\%$

-Τελικό ποσοστό αέρα ανακυκλοφορίας: $f_{\text{ανακυκλοφορίας}} = 100\% - 56\% = 44\%$

Παρατηρούμε ότι το τελικό ποσοστό νωπού αέρα και αέρα ανακυκλοφορίας με βάση τον έλεγχο για ψύξη είναι ίδιο με το αρχικό ποσοστό με βάση τις συνθήκες υγιεινής διότι αυξήθηκαν σχεδόν αναλογικά και τα δύο ποσοστά αέρα νωπού και ανακυκλοφορίας αντίστοιχα κατά τον έλεγχο για ψύξη. Έτσι με τα παραπάνω δεδομένα σχεδιάζουμε το παρακάτω Σχηματικό Διάγραμμα (2.4.6) που απεικονίζει τις παροχές που επικρατούν στα διάφορα τμήματα της εγκατάστασης.



Σχηματικό Διάγραμμα (2.4.6)

Σημείωση: Στα WC δεν έχουμε απαγωγή του αέρα από το δίκτυο αεραγωγών παρά μόνο προσαγωγή για λόγους υγιεινής. Έτσι έχουμε εγκαταστήσει έναν ανεμιστήρα στην οροφή του κτιρίου ο οποίος απορρίπτει στο περιβάλλον $2572\text{ m}^3/\text{h}$ με τη βοήθεια ενός αεραγωγού που είναι συνδεδεμένος με τα WC όλου του κτιρίου.

2.5 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

Η μέθοδος που χρησιμοποιήσαμε για να υπολογίσουμε τις διαστάσεις των αεραγωγών είναι η **μέθοδος ίσης πτώσης πίεσης**. Κατ' αυτήν την μέθοδο το σύστημα αεραγωγών υπολογίζεται κατά τρόπον ώστε η απώλεια πίεσης ανά μονάδα μήκους (*ft* π.χ.) να είναι ενιαία για ολόκληρο το σύστημα. Η μέθοδος αυτή προσφέρεται σε περιπτώσεις συμμετρικών διατάξεων στις οποίες όλες οι διαδρομές έχουν περίπου ίση αντίσταση. Σε διατάξεις οι οποίες παραλαμβάνουν κλάδους με μικρές και μεγάλες διαδρομές τίθενται, κατά διαστήματα, αποφρακτικά διαφράγματα (τάμπερ).

Η ταχύτητα κοντά στον ανεμιστήρα (κύριος αεραγωγός προσαγωγής), πρέπει να ελέγχεται από απόψεως θορύβου.

Κατά την έναρξη των υπολογισμών, η παροχή (σε m^3/h ή *CFM*) είναι γνωστή και αρκεί να καθοριστεί η επιθυμητή στάθμη απωλειών τριβών ανά μονάδα μήκους (π.χ. ανά 100 ft αεραγωγού). Η πτώση αυτή διατηρείται σταθερή καθ' όλο το μήκος του δικτύου.

Με τη βοήθεια των Διαγραμμάτων (2.5.8α,β) προσδιορίζεται σε κάθε περίπτωση η διατομή του αγωγού.

Στη πρώτη διακλάδωση, δοθέντος ότι η ποσότητα αέρα διανέμεται σε δύο ή περισσότερους αγωγούς, πάλι με τη βοήθεια των διαγραμμάτων και επί αυτής της κατακόρυφου της πτώσεως πίεσης προσδιορίζονται οι νέες διατομές και η

ταχύτητα. Η ταχύτητα ελλατώνεται όσο απομακρύνεται από τον ανεμιστήρα και ο αέρας προσεγγίζει τα στόμια εξόδου.

Τα Διαγράμματα (2.5.8α,β) αναφέρονται σε αεραγωγούς κυκλικής διατομής. Για την εκλογή αεραγωγών ορθογωνικής διατομής χρησιμοποιούνται τα δεδομένα του Πίνακα (2.5.7). Με αυτήν την μέθοδο υπολογίσαμε τις απώλειες πίεσης των ευθυγράμμων τμημάτων του δικτύου

Πίνακας (2.5.7): Διαστάσεις ισοδύναμης ορθογωνικής διατομής ($a \times b$) αεραγωγού όταν είναι γνωστή η αντίστοιχη κυκλική διατομή (d_c) αεραγωγού σε (in).

a b	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	a b			
3,0	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	4,9	5,1	5,2	5,5	5,7	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	3,0			
3,5	4,1	4,3	4,6	4,8	5,0	5,2	5,3	5,5	5,7	6,0	6,3	6,5	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	3,5			
4,0	4,4	4,6	4,9	5,1	5,3	5,5	5,7	5,9	6,1	6,4	6,8	7,1	7,3	7,6	7,8	8,1	8,3	4,0			
4,5	4,6	4,9	5,2	5,4	5,6	5,9	6,1	6,3	6,5	6,9	7,2	7,5	7,8	8,1	8,4	8,6	8,9	4,5			
5,0	4,9	5,2	5,5	5,7	6,0	6,2	6,4	6,7	6,9	7,3	7,6	8,0	8,3	8,6	8,9	9,1	9,4	5,0			
5,5	5,1	5,4	5,7	6,0	6,3	6,5	6,8	7,0	7,2	7,6	8,0	8,4	8,7	9,0	9,4	9,6	9,8	5,5			
a b	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28	30	a b
6	6,6																				6
7	7,1	7,7																			7
8	7,5	8,2	8,8																		8
9	8,0	8,6	9,3	9,9																	9
10	8,4	9,1	9,8	10,4	10,9																10
11	8,8	9,5	10,2	10,8	11,4	12,0															11
12	9,1	9,9	10,7	11,3	11,9	12,5	13,1														12
13	9,5	10,3	11,1	11,8	12,4	13,0	13,6	14,2													13
14	9,8	10,7	11,5	12,2	12,9	13,5	14,2	14,7	15,3												14
15	10,1	11,0	11,8	12,6	13,3	14,0	14,6	15,3	15,8	16,4											15
16	10,4	11,4	12,2	13,0	13,7	14,4	15,1	15,7	16,3	16,9	17,5										16
17	10,7	11,7	12,5	13,4	14,1	14,9	15,5	16,1	16,8	17,4	18,0	18,6									17
18	11,0	11,9	12,9	13,7	14,5	15,3	16,0	16,6	17,3	17,9	18,5	19,1	19,7								18
19	12,2	12,2	13,2	14,1	14,9	15,6	16,4	17,1	17,8	18,4	19,0	19,6	20,2	20,8							19
20	11,5	12,5	13,5	14,4	15,2	15,9	16,8	17,5	18,2	18,8	19,5	20,1	20,7	21,3	21,9						20
22	12,0	13,1	14,1	15,0	15,9	16,7	17,6	18,3	19,1	19,7	20,4	21,0	21,7	22,3	22,9	24,1					22
24	12,4	13,6	14,6	15,6	16,6	17,5	18,3	19,1	19,8	20,6	21,3	21,9	22,6	23,2	23,9	25,1	26,2				24
26	12,8	14,1	15,2	16,2	17,2	18,1	19,0	19,8	20,6	21,4	22,1	22,8	23,5	24,1	24,8	26,1	27,2	28,4			26
28	13,2	14,5	15,6	16,7	17,7	18,7	19,6	20,5	21,3	22,1	22,9	23,6	24,4	25,0	25,7	27,1	28,2	29,5	30,6		28
30	13,6	14,9	16,1	17,2	18,3	19,3	20,2	21,1	22,0	22,9	23,7	24,4	25,2	25,9	26,7	28,0	29,3	30,5	31,6	32,8	30
32	14,0	15,3	16,5	17,7	18,8	19,8	20,8	21,8	22,7	23,6	24,4	25,2	26,0	26,7	27,5	28,9	30,1	31,4	32,6	33,8	32
34	14,4	15,7	17,0	18,2	19,3	20,4	21,4	22,4	23,3	24,2	25,1	25,9	26,7	27,5	28,3	29,7	31,0	32,3	33,6	34,8	34
36	14,7	16,1	17,4	18,6	19,8	20,9	21,9	23,0	23,9	24,8	25,8	26,6	27,4	28,3	29,0	30,5	32,0	33,0	34,6	35,8	36
38	15,0	16,4	17,8	19,0	20,3	21,4	22,5	23,5	24,5	25,4	26,4	27,3	28,1	29,0	29,8	31,4	32,8	34,2	35,5	36,7	38
40	15,3	16,8	18,2	19,4	20,7	21,9	23,0	24,0	25,1	26,0	27,0	27,9	28,8	29,7	30,5	32,1	33,6	35,1	36,4	37,6	40
42	15,6	17,1	18,5	19,8	21,1	22,3	23,4	24,5	25,6	26,6	27,6	28,5	29,4	30,4	31,2	32,8	34,4	35,9	37,3	38,6	42
44	15,9	17,5	18,9	20,2	21,5	22,7	23,9	25,0	26,1	27,2	28,2	29,1	30,0	31,0	31,9	33,5	35,2	36,7	38,1	39,5	44
46	16,2	17,8	19,2	20,6	21,9	23,2	24,3	25,5	26,7	27,7	28,7	29,7	30,6	31,6	32,5	34,2	35,9	37,4	38,9	40,3	46
48	16,5	18,1	19,6	20,9	22,3	23,6	24,8	26,0	27,2	28,2	29,2	30,2	31,2	32,2	33,1	34,9	36,6	38,2	39,7	41,2	48
50	16,8	18,4	19,9	21,3	22,7	24,0	25,2	26,4	27,6	28,7	29,8	30,8	31,8	32,8	33,7	35,5	37,3	38,9	40,4	42,0	50
52	17,0	18,7	20,2	21,6	23,1	24,4	25,6	26,8	28,1	29,2	30,3	31,4	32,4	33,4	34,3	36,2	38,0	39,6	41,2	42,8	52
54	17,3	19,0	20,5	22,0	23,4	24,8	26,1	27,3	28,5	29,7	30,8	31,9	32,9	33,9	34,9	36,8	38,7	40,3	42,0	43,6	54
56	17,6	19,3	20,9	22,4	23,8	25,2	26,5	27,7	28,9	30,1	31,2	32,4	33,4	34,5	35,5	37,4	39,3	41,0	42,7	44,3	56
58	17,8	19,5	21,1	22,7	24,2	25,5	26,9	28,2	29,3	30,5	31,7	32,9	33,9	35,0	36,0	38,0	39,8	41,7	43,4	45,0	58
60	18,1	19,8	21,4	23,0	24,5	25,8	27,3	28,7	29,8	31,0	32,2	33,4	34,5	35,5	36,5	38,6	40,4	42,3	44,0	45,8	60
62	18,3	20,1	21,7	23,3	24,8	26,2	27,6	29,0	30,2	31,4	32,6	33,8	35,0	36,0	37,1	39,2	41,0	42,9	44,7	46,5	62
64	18,6	20,3	22,0	23,6	25,2	26,5	27,9	29,3	30,6	31,8	33,1	34,2	35,5	36,5	37,6	39,7	41,6	43,5	45,4	47,2	64
66	18,8	20,6	22,3	23,9	25,5	26,9	28,3	29,7	31,0	32,2	33,5	34,7	35,9	37,0	38,1	40,2	42,2	44,1	46,0	47,8	66
68	19,0	20,8	22,5	24,2	25,8	27,3	28,7	30,1	31,4	32,6	33,9	35,1	36,3	37,5	38,6	40,7	42,8	44,7	46,6	48,4	68
70	19,2	21,0	22,8	24,5	26,1	27,6	29,1	30,4	31,8	33,1	34,3	35,6	36,8	37,9	39,1	41,3	43,3	45,3	47,2	49,0	70
72	Εξίσωσις δίδουσα την υδραυλικήν διάμετρον αεραγωγού ορθογωνικής διατομής													39,6	41,8	43,8	45,9	47,8	49,7	72	
74														40,0	42,3	44,4	46,4	48,4	50,3	74	
76														40,5	42,8	44,9	47,0	49,0	50,8	76	
78														40,9	43,3	45,5	47,5	49,5	51,5	78	
80														41,3	43,8	46,0	48,0	50,1	52,0	80	
82	$d_c = 1,30 \frac{(ab)^{0,625}}{(a+b)^{0,250}} = 1,30^8 \sqrt{\frac{(ab)^5}{(a+b)^2}}$													41,8	44,2	46,4	48,6	50,6	52,6	82	
84														42,2	44,6	46,9	49,2	51,1	53,2	84	
86														42,6	45,0	47,4	49,6	51,6	53,7	86	
88	a και b διαστάσεις ορθογωνικού αεραγωγού (in)													43,0	45,4	47,9	50,1	52,2	54,3	88	
90														43,4	45,9	48,3	50,6	52,8	54,8	90	
92	d _c ισοδύναμος "υδραυλικής διάμετρος" (in)													43,8	46,3	48,7	51,1	53,4	55,4	92	
96														44,6	47,2	49,5	52,0	54,4	56,3	96	

a b	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	a b		
32	35,0																					32	
34	36,0	37,2																					34
36	37,0	38,2	39,4																				36
38	38,0	39,2	40,4	41,6																			38
40	39,0	40,2	41,4	42,6	43,8																		40
42	39,9	41,1	41,1	43,6	44,8	45,9																	42
44	40,8	42,0	42,0	44,6	45,8	46,9	48,1																44
46	41,7	43,0	43,0	45,6	46,8	47,9	49,1	50,3															46
48	42,6	43,9	43,9	46,5	47,8	48,9	50,2	51,3	52,6														48
50	43,5	44,8	44,8	47,4	48,8	49,8	51,2	52,3	53,6	54,7													50
52	44,3	45,7	47,1	48,3	49,7	50,8	52,2	53,3	54,6	55,8	56,9												52
54	45,0	46,5	48,0	49,2	50,6	51,8	53,2	54,3	55,6	56,8	57,9												54
56	45,8	47,3	48,8	50,1	51,5	52,7	54,1	55,3	56,5	57,8	58,9	61,3											56
58	46,6	48,1	49,6	51,0	52,4	53,7	55,0	56,2	57,5	58,8	60,0	62,3											58
60	47,3	48,9	50,4	51,8	53,3	54,6	55,9	57,1	58,5	59,8	61,0	63,3	65,7										60
62	48,0	49,7	51,2	52,6	54,2	55,5	56,8	58,0	59,4	60,7	62,0	64,3	66,7										62
64	48,7	50,4	52,0	53,4	55,0	56,4	57,7	59,0	60,3	61,6	62,9	65,3	67,7	70,0									64
66	49,5	51,1	52,8	54,2	55,8	57,2	58,6	59,9	61,2	62,5	63,9	66,3	68,7	71,1									66
68	50,2	51,8	53,5	55,0	56,6	58,0	59,5	60,8	62,1	63,4	64,8	67,3	69,7	72,1	74,4								68
70	50,9	52,5	54,2	55,8	57,3	58,8	60,3	61,7	63,0	64,3	65,7	68,3	70,7	73,1	75,4								70
72	51,5	53,2	54,9	56,5	58,0	59,6	61,1	62,6	63,9	65,2	66,6	69,2	71,7	74,1	76,4	78,8							72
74	52,1	53,9	55,6	57,2	58,8	60,4	61,9	63,3	64,8	66,1	67,5	70,1	72,7	75,1	77,4	79,9							74
76	52,7	54,6	56,3	57,9	59,5	61,2	62,7	64,1	65,6	67,0	68,4	71,0	73,6	76,1	78,4	80,9	83,2						76
78	53,3	55,2	57,0	58,6	60,3	62,0	63,4	64,9	66,4	67,9	69,3	71,8	74,5	77,1	79,4	81,8	84,2						78
80	53,9	55,8	57,6	59,3	61,0	62,7	64,1	65,7	67,2	68,7	70,1	72,7	75,4	78,1	80,4	82,8	85,2	87,5					80
82	54,5	56,4	58,2	60,0	61,7	63,4	64,9	66,5	68,0	69,5	71,0	73,6	76,3	79,0	81,4	83,8	86,2	88,6					82
84	55,1	57,0	58,9	60,7	62,4	64,1	65,7	67,3	68,8	70,3	71,8	74,5	77,2	79,9	82,4	84,8	87,2	89,6	91,9				84
86	55,7	57,6	59,5	61,3	63,0	64,8	66,4	68,0	69,5	71,1	72,6	75,4	78,1	80,8	83,3	85,8	88,2	90,6	92,9				86
88	56,3	58,2	60,1	62,0	63,7	65,4	67,0	68,7	70,3	71,8	73,4	76,3	79,0	81,6	84,2	86,8	89,2	91,6	93,9	96,3			88
90	56,9	58,8	60,7	62,6	64,4	66,0	67,8	69,4	71,1	72,6	74,2	77,1	79,9	82,5	85,1	87,8	90,2	92,6	94,9	97,3			90

Σύμφωνα με την παραπάνω μεθοδολογία υπολογίσαμε τις διαστάσεις των αεραγωγών που θα τοποθετηθούν στο κτίριο για την διανομή του αέρα. Τα αποτελέσματα και τα σχέδια του δικτύου αεραγωγών φαίνονται στα παραρτήματα (Παράρτημα II Πίνακας 5 και Παράρτημα III Σχέδια 1,2 και 3).

Ø Υπολογισμός κεντρικών αεραγωγών προσαγωγής και απαγωγής

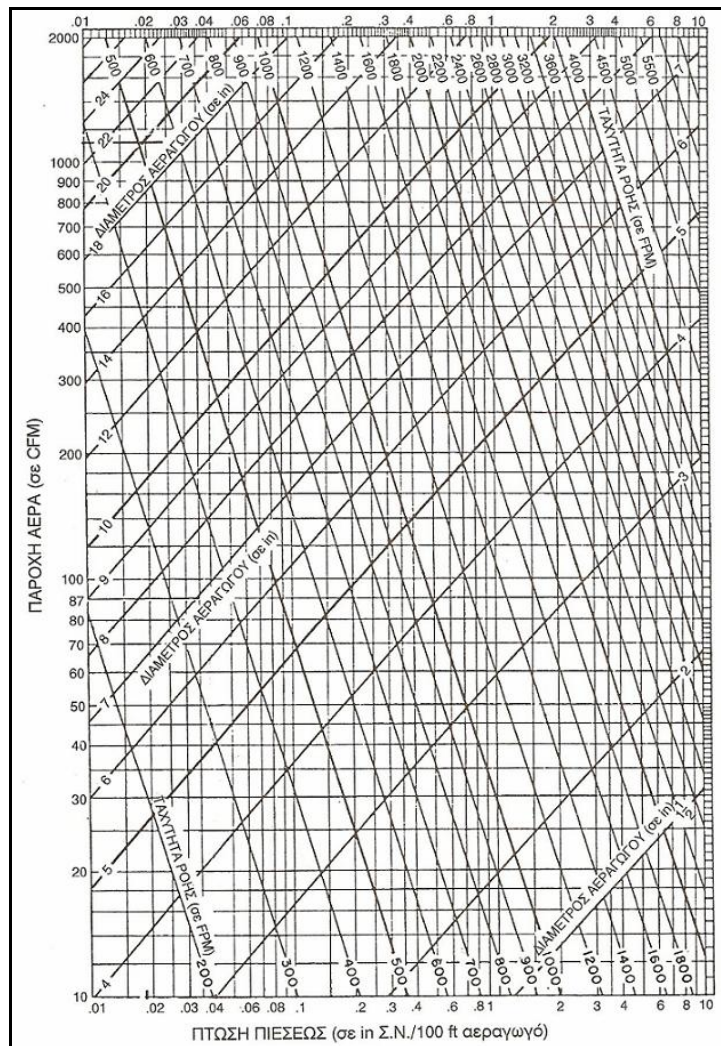
Ο υπολογισμός των κεντρικών αεραγωγών προσαγωγής και επιστροφής γίνεται ως εξής: Επιλέγοντας μια ταχύτητα από κατάλληλους πίνακες για κάθε αεραγωγό και έχοντας γνωστή την αντίστοιχη παροχή βρίσκουμε αρχικά την ισοδύναμη διάμετρο κυκλικού αεραγωγού από τα Διαγράμματα (2.5.8α,β) η οποία αντιστοιχεί σε μια πτώση πίεσης την οποία κρατάμε σταθερή καθ' όλο το μήκος του δικτύου και υπολογίζουμε σύμφωνα με αυτή τα υπόλοιπα τμήματα του δικτύου.

Για τον κεντρικό αεραγωγό προσαγωγής επιλέξαμε από κατάλληλους πίνακες συνήθη ταχύτητα για **εκπαιδευτικά κτίρια** ίση με $U = 6m/sec = 1181FPM$ και για τον κεντρικό αεραγωγό απαγωγής επιλέξαμε ταχύτητα ίση με $U = 5m/sec = 984FPM$.

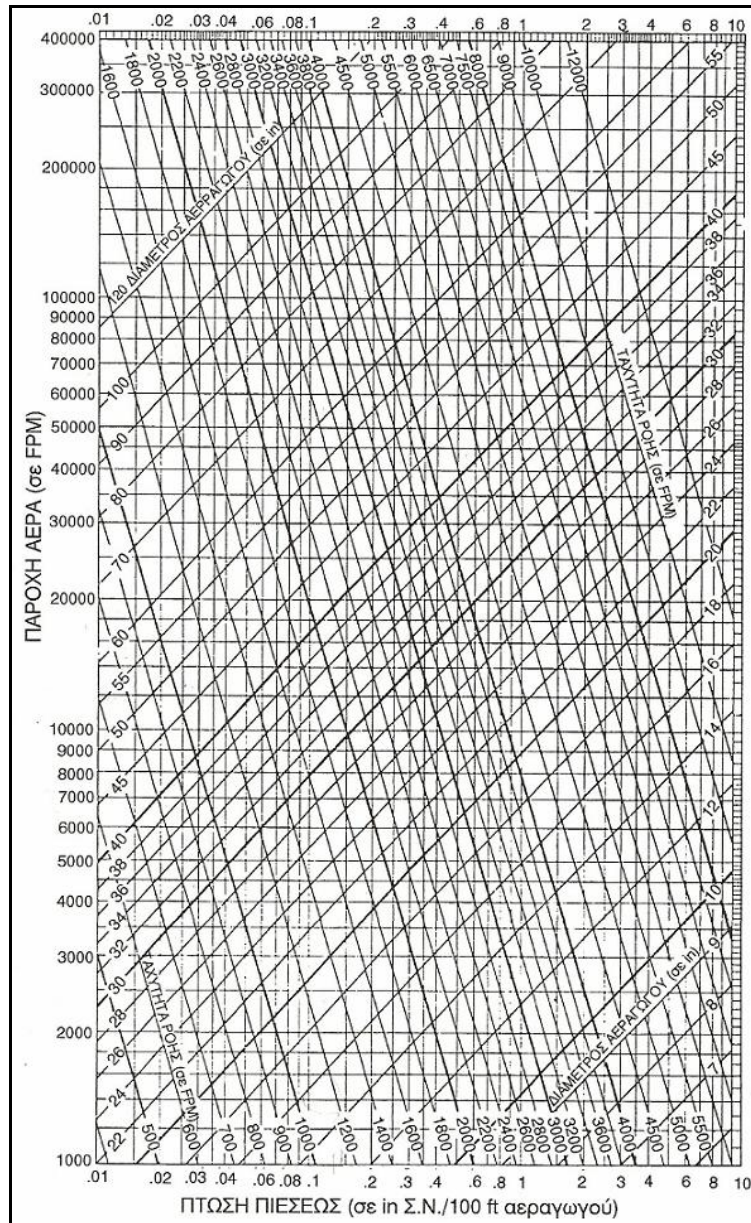
Ø Υπολογισμός κεντρικών αεραγωγών νωπού και απορριπτόμενου αέρα

Ο υπολογισμός των κεντρικών αεραγωγών νωπού και απορριπτόμενου αέρα γίνεται ως εξής: Επιλέγουμε μια συνήθη ταχύτητα από πίνακες και έχοντας γνωστή την παροχή βρίσκουμε αρχικά την ισοδύναμη διάμετρο κυκλικού αεραγωγού από τα Διαγράμματα (2.5.8α,β) και ύστερα από τον Πίνακα (2.5.7) βρίσκουμε την αντίστοιχη ορθογωνική διάσταση.

Για τον αεραγωγό νωπού και απορριπτόμενου αέρα επιλέξαμε από κατάλληλους πίνακες συνήθη ταχύτητα για **εκπαιδευτικά κτίρια** ίση με $U = 4\text{ m/sec} = 800\text{ FPM}$.



Διάγραμμα (2.5.8α): Διάγραμμα υπολογισμού της πτώσης πίεσης ανά 100 ft μήκους αεραγωγού (σε in Σ.Ν) για ευθύγραμμους κυκλικής διατομής αεραγωγούς.



Διάγραμμα (2.5.8β): Διάγραμμα υπολογισμού της πτώσης πίεσης ανά 100 *ft* μήκους αεραγωγού (σε *in* Σ.Ν) για ευθύγραμμους κυκλικής διατομής αεραγωγούς.

2.6 ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΤΟΜΙΩΝ

Η διάταξη των στομίων προσαγωγής και επιστροφής στους διάφορους χώρους θα είναι αυτή όπως φαίνεται στα Σχέδια (4,5,6 και 7) του Παραρτήματος III. Στους Πίνακες (2.6.1α,β) αναγράφονται ο απαιτούμενος αριθμός των στομίων καθώς η επιθυμητή παροχή και το επιθυμητό βεληνεκές

του κάθε στομίου που θέλουμε να τοποθετήσουμε στο δίκτυο προσαγωγής στο κάθε χώρο του κτιρίου.

Πίνακας (2.6.1α): Απαιτούμενα χαρακτηριστικά στομίων προσαγωγής στο Ισόγειο

	ΧΩΡΟΣ	ΑΡΙΘΜ. ΣΤΟΜΙΩΝ	ΠΑΡΟΧΗ ΣΤΟΜΙΟΥ (m^3/h)-(CFM)	ΒΕΛΗΝΕΚΕΣ ΣΤΟΜΙΟΥ (m)
ΙΣΟΓΕΙΟ	Αίθουσα 1	6	495-291	2,25
	Αίθουσα 2	6	495-291	2,25
	Διάδρομος 1	6	431-254	2
	Κυλικείο	2	750-441	2
	Γραμματεία	1	288-170	1,5-2
	Γραφείο διευθυντή	1	265-156	1,38-2
	Γραφείο 1	1	265-156	1,38-2
	Γραφείο 2	1	265-156	1,38-2
	WC Ανδρών 1	1	643-378	1,25-2
	WC Γυναικών 1	1	643-378	1,25-2

Πίνακας (2.6.1β): Απαιτούμενα χαρακτηριστικά στομίων προσαγωγής στον Α΄ Όροφο

	ΧΩΡΟΣ	ΑΡΙΘΜ. ΣΤΟΜΙΩΝ	ΠΑΡΟΧΗ ΣΤΟΜΙΟΥ (m^3/h)-(CFM)	ΒΕΛΗΝΕΚΕΣ ΣΤΟΜΙΟΥ (m)
Α΄ ΟΡΟΦΟΣ	Αίθουσα 3	6	495-291	2,25
	Αίθουσα 4	6	495-291	2,25
	Διάδρομος 2	6	483-284	2-2,31
	Βιβλιοθήκη	2	670-394	1,75-2
	Αίθουσα συνεδριάσεων	2	670-394	2
	Αποθήκη	1	192-113	1,5-2
	WC Ανδρών 2	1	643-378	1,25-2
	WC Γυναικών 2	1	643-378	1,25-2

Στους Πίνακες (2.6.2α,β) αναγράφονται ο απαιτούμενος αριθμός των στομίων καθώς και η επιθυμητή παροχή του κάθε στομίου που θέλουμε να τοποθετήσουμε στο δίκτυο απαγωγής στο κάθε χώρο του κτιρίου.

Πίνακας (2.6.2α): Απαιτούμενα χαρακτηριστικά στομιών απαγωγής στο Ισόγειο

	ΧΩΡΟΣ	ΑΡΙΘΜ. ΣΤΟΜΙΩΝ	ΠΑΡΟΧΗ ΣΤΟΜΙΟΥ (m^3/h)- (CFM)
ΙΣΟΓΕΙΟ	Αίθουσα 1	3	941-553
	Αίθουσα 2	3	941-553
	Διάδρομος 1	5	491-290
	Κυλικείο	1	1425-838
	Γραμματεία	1	274-162
	Γραφείο διευθυντή	1	252-148
	Γραφείο 1	1	252-148
	Γραφείο 2	1	252-148
	WC Ανδρών 1	1	643-378
	WC Γυναικών 1	1	643-378

Πίνακας (2.6.2β): Απαιτούμενα χαρακτηριστικά στομιών απαγωγής στον Α΄ Όροφο

	ΧΩΡΟΣ	ΑΡΙΘΜ. ΣΤΟΜΙΩΝ	ΠΑΡΟΧΗ ΣΤΟΜΙΟΥ (m^3/h)- (CFM)
Α΄ ΟΡΟΦΟΣ	Αίθουσα 3	3	941-553
	Αίθουσα 4	3	941-553
	Διάδρομος 2	5	551-324
	Βιβλιοθήκη	1	1272-749
	Αίθουσα συνεδριάσεων	1	1272-749
	Αποθήκη	1	182-107
	WC Ανδρών 2	1	643-378
	WC Γυναικών 2	1	643-378

Σημείωση: Στα Σχέδια (4,5,6 και 7) του Παραρτήματος ΙΙΙ η τιμή της παροχής του κάθε στομιού αναγράφεται σε μονάδες (CFM) διότι ο υπολογισμός των συνολικών απωλειών πίεσης του δικτύου έγινε σε μονάδες του αγγλοσαξονικού συστήματος.

Τα στόμια που θα τοποθετήσουμε στο δίκτυο θα είναι **οροφής**. Επίσης θα είναι **τεσσάρων διευθύνσεων** και ανάλογα με τη γεωμετρία του χώρου θα επιλέξουμε **τετραγωνικά ή ορθογωνικά στόμια**.

Στον Πίνακα (2.6.3) αναγράφονται τα χαρακτηριστικά των στομίων προσαγωγής που επιλέξαμε από κατάλληλους πίνακες σύμφωνα με τους Πίνακες (2.6.1α,β) στους οποίους αναγράφονται τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχει το κάθε στόμιο.

Πίνακας (2.6.3): Επιλογή στομίων προσαγωγής

ΙΣΟΓΕΙΟ								
ΧΩΡΟΣ	ΑΡΙΘΜ. ΣΤΟΜΙΩΝ	ΕΙΔΟΣ ΣΤΟΜΙΟΥ	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΛΑΙΜΟΥ (mm)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ (m/sec)	ΠΑΡΟΧΗ ΣΤΟΜΙΟΥ (m ³ /h)	ΜΕΡΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /h)	ΒΕΛΗΝΕΚΕΣ ΣΤΟΜΙΟΥ (m)	ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ (mmΣN)
Αίθουσα 1	6	Τετραγωνικό	228x228	2,5	475	119	1,8-3,6	1,73
Αίθουσα 2	6	Τετραγωνικό	228x228	2,5	475	119	1,8-3,6	1,73
Διάδρομος 1	6	Τετραγωνικό	228x228	2,25	428	107	1,8-3,3	1,42
Κυλικείο	2	Τετραγωνικό	305x305	2,25	764	191	1,8-3,6	1,42
Γραμματεία	1	Ορθογωνικό	152x228	2,25	287	A=95 B=47	A=1,8-3,3 B=1,5-2,7	1,42
Γραφείο διευθυντή	1	Ορθογωνικό	152x228	2,0	254	A=85 B=42	A=1,8-3,3 B=1,5-2,7	3,30
Γραφείο 1	1	Ορθογωνικό	152x228	2,0	254	A=85 B=42	A=1,8-3,3 B=1,5-2,7	3,30
Γραφείο 2	1	Ορθογωνικό	152x228	2,0	254	A=85 B=42	A=1,8-3,3 B=1,5-2,7	3,30
WC Ανδρών 1	1	Ορθογωνικό	228x381	2,0	637	A=224 B=95	A=1,8-3,6 B=1,5-3,0	3,30
WC Γυναικών 1	1	Ορθογωνικό	228x381	2,0	637	A=224 B=95	A=1,8-3,6 B=1,5-3,0	3,30
Α΄ ΟΡΟΦΟΣ								
ΧΩΡΟΣ	ΑΡΙΘΜ. ΣΤΟΜΙΩΝ	ΕΙΔΟΣ ΣΤΟΜΙΟΥ	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΛΑΙΜΟΥ (mm)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ (m/sec)	ΠΑΡΟΧΗ ΣΤΟΜΙΟΥ (m ³ /h)	ΜΕΡΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /h)	ΒΕΛΗΝΕΚΕΣ ΣΤΟΜΙΟΥ (m)	ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ (mmΣN)
Αίθουσα 3	6	Τετραγωνικό	228x228	2,5	475	119	1,8-3,6	1,73
Αίθουσα 4	6	Τετραγωνικό	228x228	2,5	475	119	1,8-3,6	1,73
Διάδρομος 2	6	Τετραγωνικό	228x228	2,5	475	119	1,8-3,6	1,73
Βιβλιοθήκη	2	Τετραγωνικό	305x305	2,0	680	170	1,8-3,3	3,30
Αίθουσα συνεδριάσεων	2	Τετραγωνικό	305x305	2,0	680	170	1,8-3,3	3,30
Αποθήκη	1	Τετραγωνικό	152x152	2,25	190	47	1,5-2,7	1,42
WC Ανδρών 2	1	Ορθογωνικό	228x381	2,0	637	A=224 B=95	A=1,8-3,6 B=1,5-3,0	3,30
WC Γυναικών 2	1	Ορθογωνικό	228x381	2,0	637	A=224 B=95	A=1,8-3,6 B=1,5-3,0	3,30

Στον Πίνακα (2.6.4) αναγράφονται τα χαρακτηριστικά των στομίων απαγωγής που επιλέξαμε σύμφωνα με τους Πίνακες (2.6.2α,β) στους οποίους αναγράφονται τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχει το κάθε στόμιο.

Πίνακας (2.6.4): Επιλογή στομίων απαγωγής

ΙΣΟΓΕΙΟ					
ΧΩΡΟΣ	ΑΡΙΘΜ. ΣΤΟΜΙΩΝ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (m^2)	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟΜΙΟΥ (mm)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ (m/sec)	ΠΑΡΟΧΗ ΣΤΟΜΙΟΥ (m^3/h)
Αίθουσα 1	3	0,086	406x305	3,0	949
Αίθουσα 2	3	0,086	406x305	3,0	949
Διάδρομος 1	5	0,034	254x203	4,0	505
Κυλκείο	1	0,191	660x406	2,0	1401
Γραμματεία	1	0,031	305x152	2,5	280
Γραφείο διευθυντή	1	0,034	254x203	2,0	252
Γραφείο 1	1	0,034	254x203	2,0	252
Γραφείο 2	1	0,034	254x203	2,0	252
WC Ανδρών 1	1	0,057	228x381	2,0	637
WC Γυναικών 1	1	0,057	228x381	2,0	637
Α΄ ΟΡΟΦΟΣ					
ΧΩΡΟΣ	ΑΡΙΘΜ. ΣΤΟΜΙΩΝ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (m^2)	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟΜΙΟΥ (mm)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ (m/sec)	ΠΑΡΟΧΗ ΣΤΟΜΙΟΥ (m^3/h)
Αίθουσα 3	3	0,086	406x305	3,0	949
Αίθουσα 4	3	0,086	406x305	3,0	949
Διάδρομος 2	5	0,049	660x305	2,5	1292
Βιβλιοθήκη	1	0,141	660x305	2,5	1292
Αίθουσα συνεδριάσεων	1	0,141	660x305	2,5	1292
Αποθήκη	1	0,025	254x152	2,0	185
WC Ανδρών 2	1	0,057	228x381	2,0	637
WC Γυναικών 2	1	0,057	228x381	2,0	637

Ø Υπολογισμός στομίων νωπού και απορριπτόμενου αέρα

Γνωρίζοντας την ταχύτητα του αέρα στα στόμια νωπού και απορριπτόμενου αέρα η οποία ισούται με $u = 3\text{ m/sec}$ και την παροχή που έχει το κάθε στόμιο, $\left(\dot{V}_{\text{νωπού}} = 14300\text{ m}^3/\text{h}\right)$ και $\left(\dot{V}_{\text{απορρ.}} = 10767\text{ m}^3/\text{h}\right)$, μπορούμε να υπολογίσουμε από την εξίσωση της συνέχειας $\left(\dot{V} = A \cdot u\right)$ την απαιτούμενη επιφάνεια του κάθε στομίου.

- Στόμιο νωπού αέρα

$$\dot{V} = A \cdot u \Rightarrow A = \frac{\dot{V}}{u} = \frac{14300\text{ m}^3/\text{h}}{0,0036 \cdot 3\text{ m/sec}} \Rightarrow A = 1324074\text{ mm}^2$$

Αν $a = 762\text{ mm}$ είναι η μία διάσταση του στομίου τότε η άλλη διάσταση θα είναι:

$$A = a \cdot b \Rightarrow b = \frac{A}{a} = \frac{1324074\text{ mm}^2}{762\text{ mm}} \Rightarrow b = 1738\text{ mm}$$

Οπότε επιλέγουμε στόμιο νωπού αέρα με διαστάσεις $a = 762\text{ mm}$ και $b = 1738\text{ mm}$.

Από κατάλληλους πίνακες σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του στομίου η πτώση πίεσης του στομίου νωπού αέρα είναι 0,1181 in.w.

- Στόμιο απορριπτόμενου αέρα

$$\dot{V} = A \cdot u \Rightarrow A = \frac{\dot{V}}{u} = \frac{10767\text{ m}^3/\text{h}}{0,0036 \cdot 3\text{ m/sec}} \Rightarrow A = 996944,44\text{ mm}^2$$

Αν $a = 711,2\text{ mm}$ είναι η μία διάσταση του στομίου τότε η άλλη διάσταση θα

$$\text{είναι: } A = a \cdot b \Rightarrow b = \frac{A}{a} = \frac{996944,44\text{ mm}^2}{711,2\text{ mm}} \Rightarrow b = 1402\text{ mm}$$

Οπότε επιλέγουμε στόμιο απορριπτόμενου αέρα με διαστάσεις $a = 711\text{ mm}$ και $b = 1402\text{ mm}$.

Από κατάλληλους πίνακες σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του στομίου η πτώση πίεσης του στομίου απορριπτόμενου αέρα είναι 0,1181in.w.

2.7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΗΣ ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΠΙΕΣΗΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ

Οι απώλειες πίεσης αεραγωγών πρέπει να υπολογίζονται προκειμένου να καθοριστεί η ισχύς του ανεμιστήρα, να ελεγχθεί η συμπεριφορά του συστήματος και να γίνει η κατάλληλη εξισορρόπηση των παροχών. Ολική απώλεια πίεσης του συστήματος ορίζεται ως η ολική απώλεια πίεσης διαμέσου της διαδρομής αεραγωγών η οποία έχει τις μεγαλύτερες απώλειες πίεσης. Αυτή η διαδρομή είναι συνήθως με το μεγαλύτερο μήκος, αλλά μπορεί να είναι και μία μικρότερη διαδρομή που περιέχει έναν ασυνήθιστο αριθμό εξαρτημάτων με μεγάλες απώλειες πίεσης. Είναι απαραίτητο να εργαστεί κανείς με απώλειες ολικής πίεσης παρά με απώλειες στατικής πίεσης όταν αναλύονται οι απώλειες πίεσης των αεραγωγών. Για να βρούμε την ολική απώλεια πίεσης του συστήματος, προστίθενται οι απώλειες για κάθε τμήμα ευθύγραμμου αγωγού και για κάθε εξάρτημα της διαδρομής που έχει επιλεγεί. Οι απώλειες πίεσης μέσω εξαρτημάτων (φίλτρα, διαχύτες) πρέπει να συμπεριλαμβάνονται. Ο κατασκευαστής θα πρέπει να παρέχει αυτά τα δεδομένα.

Από έλεγχο του σχεδίου αεραγωγών (Σχέδια 4,5,6 και 7 του Παραρτήματος III) η διαδρομή που έχει την μεγαλύτερη απώλεια πίεσης στο **δίκτυο προσαγωγής** είναι η εξής: **A-B-Γ-Δ-1-2-35-52-59-61-62-63-64-65**.

Επίσης από έλεγχο του σχεδίου αεραγωγών (Σχέδια 4,5,6 και 7 του Παραρτήματος III) η διαδρομή που έχει την μεγαλύτερη απώλεια πίεσης στο **δίκτυο απαγωγής** είναι η εξής: **A'-B'-Γ'-Δ'-1-2-22-30-31-32-33-34-35**.

Ύστερα υπολογίζουμε τις απώλειες πίεσης των εξαρτημάτων της δυσμενέστερης διαδρομής με τη **μέθοδο συντελεστή απωλειών** που περιγράφεται παρακάτω.

Χρησιμοποιώντας αυτή την μέθοδο η απώλεια πίεσης ενός εξαρτήματος μπορεί να υπολογιστεί με την ακόλουθη σχέση:

$$H_f = C \cdot H_u = C \cdot \left(\frac{V}{4000} \right)^2$$

Όπου:

H_f : Συνολική απώλεια πίεσης μέσω του εξαρτήματος, [in.w.]

C : Συντελεστής απωλειών

H_u : Δυναμική πίεση στο εξάρτημα, [in.w.]

V : Ταχύτητα [ft/min]

Οι τιμές του C για διάφορα εξαρτήματα φαίνονται στους Πίνακες (2.7.1α,β). Οι απώλειες μέσω των εξαρτημάτων εξαρτώνται από το σχήμα τους.

Πίνακας (2.7.1α) : Συντελεστής C μεταβατικών τμημάτων για συγκλίνουσα και αποκλίνουσα ροή

Μεταβατικό τμήμα, Ορθογωνικό, Πυραμιδοειδές		Συντελεστής C							
A_1/A		θ							
		16°	20°	30°	45°	60°	90°	120°	180°
2		0.18	0.22	0.25	0.29	0.31	0.32	0.33	0.30
4		0.36	0.43	0.50	0.56	0.61	0.63	0.63	0.63
6		0.42	0.47	0.58	0.68	0.72	0.76	0.76	0.75
≥ 10		0.42	0.49	0.59	0.70	0.80	0.87	0.85	0.86

Σημείωση: A_1 = διατομή εισόδου, A = διατομή εξόδου.

Συστολή, Κυκλική και Ορθογωνική, βαθμιαία και απότομη		Συντελεστής C							
A_1/A		θ							
		10°	15°-40°	50°-60°	90°	120°	150°	180°	
2		0.05	0.05	0.06	0.12	0.18	0.24	0.26	
4		0.05	0.04	0.07	0.17	0.27	0.35	0.41	
6		0.05	0.04	0.07	0.18	0.28	0.36	0.42	
10		0.05	0.05	0.08	0.19	0.29	0.37	0.43	

Σημείωση: A_1 = Επιφάνεια εισόδου, A = Επιφάνεια εξόδου.

Πίνακας (2.7.1β) : Συντελεστής C γωνιών

Γωνία, Ορθογωνική, Λοξή		Συντελεστής C										
θ	H/W											
	0.25	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	
20°	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	
30°	0.18	0.17	0.17	0.16	0.15	0.15	0.13	0.13	0.12	0.12	0.11	
45°	0.38	0.37	0.36	0.34	0.33	0.31	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	
60°	0.60	0.59	0.57	0.55	0.52	0.49	0.46	0.43	0.41	0.39	0.38	
75°	0.89	0.87	0.84	0.81	0.77	0.73	0.67	0.63	0.61	0.58	0.57	
90°	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	0.98	0.92	0.89	0.85	0.83	

Γωνία, Ορθογωνική, ομαλής ακτίνας χωρίς οδηγιά πτερύγια		Συντελεστές για γωνίες 90°										
R/W	H/W											
	0.25	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	
0.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	
0.75	0.57	0.2	0.48	0.44	0.40	0.39	0.39	0.40	0.42	0.43	0.44	
1.0	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.18	0.19	0.20	0.27	0.21	
1.5	0.22	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.14	0.15	0.16	0.17	0.17	
2.0	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15	

Σημείωση: Σε συγκλίνοντα μεταβατικά τμήματα χρησιμοποιείται η ταχύτητα στην έξοδο του μεταβατικού τμήματος, ενώ σε αποκλίνοντα μεταβατικά τμήματα χρησιμοποιείται η ταχύτητα στην είσοδο του μεταβατικού τμήματος.

Σύμφωνα με την προηγούμενη σχέση και με την βοήθεια των Πινάκων (2.7.1α,β) υπολογίσαμε τις απώλειες πίεσης των εξαρτημάτων της δυσμενέστερης διαδρομής του δικτύου προσαγωγής και απαγωγής. Τα αποτελέσματα αναγράφονται στους Πίνακες (2.7.2α,β). Ανάλογα μεταβατικά τμήματα και γωνίες χρησιμοποιήσαμε σε όλο το δίκτυο αεραγωγών τα οποία φαίνονται αναλυτικότερα στα Σχέδια (1,2 και 3) του Παραρτήματος III.

Πίνακας: (2.7.2α)

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΠΙΕΣΗΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ								
Τμήμα	Τεμάχιο	Παροχή (CFM)	Ταχύτητα (FPM)	A_1/A	H/W	R/W	C	H_f (in.w.)
A-B	Γωνία ομαλής ακτίνας (α)	8417	722	-	1,86	1,26	0,165	0,0054
A-B	Γωνία ομαλής ακτίνας (β)	8417	722	-	0,53	1,17	0,240	0,0078
B	Συγκλίνουσα διάταξη	8417	1394	1,93	-	-	0,060	0,0200
1	Αποκλίνουσα διάταξη	14950	1089	1,023	-	-	0,052	0,0142
1-2	Γωνία ομαλής ακτίνας (α)	14950	1056	-	2,27	1,26	0,160	0,0422
1-2	Γωνία ομαλής ακτίνας (β)	14950	1056	-	2,27	1,26	0,160	0,0422
1-2	Γωνία ομαλής ακτίνας (γ)	14950	1056	-	0,44	1,15	0,210	0,0554
1-2	Γωνία ομαλής ακτίνας (δ)	14950	1056	-	2,27	1,26	0,160	0,0422
35	Γωνία λοξή	3492	650	-	2,86	-	1,000	0,0264
52	Συγκλίνουσα διάταξη	1746	599	1,84	-	-	0,058	0,0013
59	Γωνία λοξή	1455	538	-	0,433	-	1,300	0,0235
61	Συγκλίνουσα διάταξη	1164	508	1,18	-	-	0,051	0,0008
62	Συγκλίνουσα διάταξη	873	476	1,25	-	-	0,052	0,0007
63	Συγκλίνουσα διάταξη	582	448	1,41	-	-	0,054	0,0007
64	Συγκλίνουσα διάταξη	291	374	1,66	-	-	0,056	0,0005

Πίνακας: (2.7.2β)

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΠΙΕΣΗΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΑΠΑΓΩΓΗΣ								
Τμήμα	Τεμάχιο	Παροχή (CFM)	Ταχύτητα (FPM)	A_1/A	H/W	R/W	C	H_f (in.w.)
A'-B'	Γωνία ομαλής ακτίνας (α)	6337	741	-	1,57	1,20	0,160	0,0055
A'-B'	Γωνία ομαλής ακτίνας (β)	6337	741	-	0,64	1,20	0,225	0,0077
B'	Αποκλίνουσα διάταξη	6337	1049	1,40	-	-	0,210	0,0144
1	Αποκλίνουσα διάταξη	12765	902	3,25	-	-	0,485	0,0246
1-2	Γωνία ομαλής ακτίνας (α)	12765	902	-	0,44	1,15	0,210	0,0106
1-2	Γωνία ομαλής ακτίνας (β)	12765	902	-	2,27	1,26	0,160	0,0081
2	Αποκλίνουσα διάταξη	6543	748	1,62	-	-	0,230	0,0080
22	Γωνία λοξή	3225	582	-	1,58	-	1,100	0,0233
22-30	Γωνία λοξή	3225	582	-	0,63	-	1,250	0,0264
30	Γωνία λοξή	620	519	-	0,22	-	1,310	0,0220
31	Αποκλίνουσα διάταξη	1296	479	1,15	-	-	0,172	0,0025
32	Αποκλίνουσα διάταξη	972	455	1,22	-	-	0,187	0,0024
33	Αποκλίνουσα διάταξη	648	424	1,40	-	-	0,210	0,0023
34	Αποκλίνουσα διάταξη	324	354	1,66	-	-	0,24	0,0018

Σημείωση: Οι γωνίες στο δίκτυο αεραγωγών έχουν $\alpha = 90^\circ$ και τα αποκλίνοντα και συγκλίνοντα μεταβατικά τμήματα έχουν $\alpha = 60^\circ$.

Ύστερα από τους πιο πάνω υπολογισμούς υπολογίζουμε τις συνολικές απώλειες πίεσης του αγωγού προσαγωγής και απαγωγής. Τα αποτελέσματα αναγράφονται στο Πίνακα (6) του Παραρτήματος II. Οι συνολικές απώλειες πίεσης του δικτύου απαγωγής είναι $0,59 \text{ in.w.}$. Οι συνολικές απώλειες πίεσης του δικτύου προσαγωγής είναι $3,00 \text{ in.w.}$. Άρα ο ανεμιστήρας που θα τοποθετηθεί στη μονάδα στο δίκτυο απαγωγής θα πρέπει να έχει απαιτούμενο μανομετρικό $0,59 \text{ in.w.}$ και στο δίκτυο προσαγωγής $3,00 \text{ in.w.}$.

2.8 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΘΕΡΙΝΟΥ ΚΑΙ ΧΕΙΜΕΡΙΝΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Ø Ισχύς Ψυκτικού Στοιχείου Μονάδας

Η ισχύς του ψυκτικού στοιχείου της μονάδας υπολογίζεται σύμφωνα με την σχέση: $Q_{\text{yukt. stoic.}} = 1,2 \cdot \sum_{\text{ΠΡΟΣΑΓ.}} \cdot \Delta h_{\Gamma\Delta}$

Από τον ψυχομετρικό χάρτη για το καλοκαίρι βρίσκουμε τη διαφορά ενθαλπίας μεταξύ του σημείου Γ (είσοδος του αέρα στο ψυκτικό στοιχείο) και Δ (έξοδος του αέρα από το ψυκτικό στοιχείο). Άρα έχουμε τα εξής δεδομένα:

$$h_{\Gamma} = 70 \text{ KJ/kg}, h_{\Delta} = 33,5 \text{ KJ/kg} \text{ και } \sum_{\text{ΠΡΟΣΑΓ.}} = 25400 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\Delta h_{\Gamma\Delta} = h_{\Gamma} - h_{\Delta} = (70 - 33,5) \text{ KJ/kg} = 36,5 \text{ KJ/kg}$$

Αντικαθιστώντας βρίσκουμε την ισχύ του ψυκτικού στοιχείου:

$$Q_{\text{yukt. stoic.}} = 1,2 \cdot \sum_{\text{ΠΡΟΣΑΓ.}} \cdot \Delta h_{\Gamma\Delta} = 1,2 \cdot 25400 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \frac{36,5 \text{ KJ/kg}}{4,187} = 265708 \text{ Kcal/h}$$

Κάνουμε μια προσαύξηση ασφαλείας 10% στη συνολική ψυκτική ισχύ του στοιχείου. Έτσι η τελική ψυκτική ισχύς του ψυκτικού στοιχείου της μονάδας θα είναι $265708 \cdot 1,10 = 292278,8 \text{ Kcal/h}$:

$$Q_{yukt. \text{ stoic.}} = 292279 \text{ Kcal/h}$$

Ø Ισχύς ψύκτη

Η ισχύς του ψύκτη είναι η ισχύς του ψυκτικού στοιχείου προσαυξημένη κατά 30%. Έτσι βρίσκουμε την ισχύ του ψύκτη που είναι: $292279 \cdot 1,30 = 379963 \text{ Kcal/h}$. Άρα η τελική ισχύς του ψύκτη είναι:

$$Q_{y\acute{o}kth} = 380000 \text{ Kcal/h}$$

Ø Θερμαντικά Στοιχεία Μονάδας

Ισχύς Προθερμαντικού Στοιχείου

Η σχέση που μας δίνει την ισχύ του προθερμαντικού στοιχείου είναι η εξής: $Q_{proq.} = 0,29 \cdot \sum_{\text{ΠΡΟΣΑΓ.}} \cdot \Delta T_{\Delta\Gamma} = 0,29 \cdot \sum_{\text{ΠΡΟΣΑΓ.}} \cdot (T_{\Delta} - T_{\Gamma})$

Όπου $T_{\Delta} = 16,5^{\circ}\text{C}$ (θερμοκρασία αέρα στην έξοδο του προθ. στοιχείου), $T_{\Gamma} = 8^{\circ}\text{C}$ (θερμοκρασία αέρα στην είσοδο του προθ. στοιχείου), τα οποία τα διαβάζουμε από τον ψυχομετρικό χάρτη για τον χειμώνα και $\sum_{\text{ΠΡΟΣΑΓΩΜΕΝΟΥ}} = 25400 \text{ m}^3/\text{h}$ που είναι ο συνολικός προσαγόμενος αέρας με βάση τον Πίνακα (2.4.3). Οπότε αντικαθιστώντας τα δεδομένα στην παραπάνω σχέση έχουμε την ισχύ του προθερμαντικού στοιχείου:

$$Q_{proq.} = 0,29 \cdot 25400 \cdot (16,5 - 8) = 62611 \text{ Kcal/h}$$

Κάνοντας μια προσαύξηση ασφαλείας 10% στο αποτέλεσμα βρίσκουμε την τελική ισχύ του προθερμαντικού στοιχείου που είναι:

$$Q_{proq.} = 62611 \cdot 1,10 = 68872 \text{ Kcal/h}$$

Ισχύς Μεταθερμαντικού Στοιχείου

Η σχέση που μας δίνει την ισχύ του μεταθερμαντικού στοιχείου είναι η εξής: $Q_{metaq.} = 0,29 \cdot \sum_{\text{ΠΡΟΣΑΓ.}} \cdot \Delta T_{ZE} = 0,29 \cdot \sum_{\text{ΠΡΟΣΑΓ.}} \cdot (T_Z - T_E)$

Όπου $T_Z = 23,9^\circ C$ (θερμοκρασία αέρα στην έξοδο του μεταθ. στοιχείου), $T_E = 10,9^\circ C$ (θερμοκρασία αέρα στην είσοδο του μεταθ. στοιχείου), τα οποία τα διαβάζουμε από τον ψυχομετρικό χάρτη για τον χειμώνα και $\sum_{\text{ΠΡΟΣΑΓ.}} = 25400 m^3/h$ που είναι ο συνολικός προσαγόμενος αέρας με βάση τον Πίνακα (2.4.3). Όμως για να βρούμε το T_Z εργαζόμαστε ως εξής: Βρίσκουμε το ΔT_{ZB} το οποίο ισούται με:

$$\Delta T_{ZB} \text{ το οποίο ισούται με: } \Delta T_{ZB} = \frac{Q_h}{0,29 \cdot \sum_{\text{ΠΡΟΣΑΓ.}}} = \frac{28645 \text{ Kcal/h}}{0,29 \cdot 25400 m^3/h} = 3,9^\circ C$$

όπου Q_h είναι οι θερμικές απώλειες του χώρου. Έτσι τώρα προσθέτουμε στο $T_B = 20^\circ C$ το ΔT_{ZB} και έχουμε το $T_Z = 23,9^\circ C$.

Οπότε αντικαθιστώντας στον παραπάνω τύπο έχουμε:

$$Q_{metaq.} = 0,29 \cdot 25400 \cdot (23,9 - 10,9) = 95758 \text{ Kcal/h}$$

Κάνοντας μια προσαύξηση ασφαλείας 10% στο αποτέλεσμα βρίσκουμε την τελική ισχύ του μεταθερμαντικού στοιχείου που είναι:

$$Q_{metaq.} = 95758 \cdot 1,10 = 105339 \text{ Kcal/h}$$

Ø Ισχύς λέβητα

Η ισχύς του λέβητα είναι το άθροισμα των ισχύων του προθερμαντικού και μεταθερμαντικού στοιχείου.

$$Q_{\text{lébhta}} = Q_{\text{proq.}} + Q_{\text{metaq.}} = 68872 + 105339 = 174211 \text{ Kcal/h}$$

Κάνοντας μια προσαύξηση ασφαλείας 30% στο αποτέλεσμα βρίσκουμε την ισχύ του λέβητα που είναι $174211 \cdot 1,30 = 226474 \text{ Kcal/h}$. Άρα η τελική ισχύς

του λέβητα είναι: $Q_{\text{lébhta}} = 230000 \text{ Kcal/h}$

Ø Υπολογισμός θερμαινόμενης επιφάνειας λέβητα

Ο υπολογισμός της θερμαινόμενης επιφάνειας του λέβητα δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$F = \frac{Q_{\text{λέβητα}}}{8000}$$

Όπου:

F : θερμαινόμενη επιφάνεια του λέβητα σε m^2

$Q_{\text{λέβητα}}$: ισχύς του λέβητα που είναι $230000 Kcal/h$

8000: είναι η ειδική επιφόρτιση σε $Kcal/hm^2$

Οπότε αντικαθιστώντας έχουμε:
$$F = \frac{230000 Kcal/h}{8000 Kcal/hm^2} = 28,75m^2$$

Ø Υπολογισμός καυστήρα

Ο καυστήρας είναι το τμήμα αυτό του συγκροτήματος θερμάνσεως, με το οποίο πραγματοποιείται η καύση του καυσίμου.

Η ικανότητα καύσεως ή η παροχή που πρέπει να έχει ο καυστήρας της εγκατάστασής μας δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$G = \frac{Q_{\text{λέβητα}}}{8000}$$

Όπου:

G : παροχή καυσίμου σε kg/h

$Q_{\text{λέβητα}}$: ισχύς του λέβητα που είναι $230000 Kcal/h$

8000: είναι η αποδιδόμενη θερμογόνος δύναμη σε $Kcal/kg$

Οπότε αντικαθιστώντας έχουμε:
$$G = \frac{230000 \text{ Kcal/h}}{8000 \text{ Kcal/kg}} = 28,75 \text{ kg/h}$$

Ø Υπολογισμός καπνοδόχου

Η σχέση που μας δίνει την απαιτούμενη διατομή της καπνοδόχου σε (m^2) είναι η ακόλουθη:

$$S = \frac{R_h}{n \cdot \sqrt{h}}$$

Όπου:

S : η ζητούμενη διατομή σε m^2

R_h : το βάρος των καυσαερίων σε kg/h

n : συντελεστής μορφής της καπνοδόχου από Πίνακα (2.8.1) για ισχύ λέβητα $Q_{leb} = 230000 \text{ Kcal/h}$ και ύψος καπνοδόχου $h = 15m$ βρίσκουμε με γραμμική παρεμβολή $n = 1486$.

h : το ύψος της καπνοδόχου που είναι $15m$

Το βάρος των καυσαερίων βρίσκεται από την ακόλουθη σχέση:

$$R_h = 3,2 \cdot \frac{Q_{leb}}{1000}$$

Έτσι το βάρος των καυσαερίων είναι: $R_h = 3,2 \cdot \frac{230000 \text{ Kcal/h}}{1000} = 736 \text{ kg/h}$

Άρα η ζητούμενη διατομή S της καπνοδόχου θα είναι η εξής:

$$S = \frac{R_h}{n \cdot \sqrt{h}} = \frac{736 \text{ kg/h}}{1486 \cdot \sqrt{15m}} = 0,13m^2$$

Άρα η διατομή της καπνοδόχου θα είναι $0,13m^2$ με διαστάσεις $36cm \times 36cm$ διότι $\sqrt{0,13m^2} = 0,36m = 36cm$.

Πίνακας (2.8.1): Συντελεστής μορφής καπνοδόχου

Διαστάσεις καπνοδόχου				Ύψος καπνοδόχου (m)							
				10		12		15		20	
τυποποιη- μένες δια- στάσεις εμπορίου.	Ορθογών. (ακβ)	κυκλική (d σε cm)	Διατομή (S σε m ²)	Ισχύς Λέβητα	Συντελ. n	Ισχύς λέβητος	Συντελ. n	Ισχύς Λέβητα	Συντελ. n	Ισχύς Λέβητα	Συντελ. n
20x20	20x20	23	0,040	50.000	1300	50.000	1200	55.000	1100		
20x30	20x27	26	0,054	70.000	1400	75.000	1300	80.000	1250	90.000	1200
30x30	27x27	30	0,073	110.000	1500	115.000	1450	125.000	1400	140.000	1350
30x40	27x40	37	0,108	165.000	1550	180.000	1500	190.000	1450	210.000	1400
40x40	40x40	45	0,160	250.000	1600	280.000	1600	300.000	1550	320.000	1500
40 50	40x53	52	0,272			400.000	1700	420.000	1650	470.000	1600
50 60	53x53	60	0,280					600.000			

Ø Υπολογισμός δεξαμενής καυσίμου

Στον υπολογισμό της δεξαμενής καυσίμου λάβαμε υπόψη μας το μέγεθος της εγκατάστασής και την πιθανή μέση ημερήσια κατανάλωση. Για να υπολογίσουμε το μέγεθος της δεξαμενής καυσίμου εργαστήκαμε ως εξής: Υπολογίζουμε την πιθανή ετήσια κατανάλωση πετρελαίου σύμφωνα με την σχέση:

$$B = B_o \cdot H_\theta \cdot Q$$

Όπου:

B_o : ειδική κατανάλωση πετρελαίου σε (kg/h)

H_q : πιθανός συνολικός αριθμός ωρών, σε ετήσια βάση, που προβλέπεται να λειτουργεί η θέρμανση σε (h). Για αστικές περιοχές της κεντρικής Ελλάδος (όχι ορεινές) μπορεί να ληφθεί $H_q = 1000h$

$Q_{\lambda\epsilon\beta\eta\tau\alpha}$: είναι το άθροισμα της ισχύος του προθερμαντικού ($Q_{\text{προθ.}}$) και του μεταθερμαντικού ($Q_{\text{μεταθ.}}$) στοιχείου της μονάδας χωρίς προσαυξήσεις σε (Kcal/h). Ήτοι έχουμε $Q_{\lambda\epsilon\beta\eta\tau\alpha} = 158369 \text{ Kcal/h}$

Η ειδική κατανάλωση καυσίμου μιας εγκατάστασής, υπολογίζεται από τη σχέση:

$$B_o = \frac{Z}{\Delta t_{max} \cdot H_u \cdot h}$$

Όπου:

Z : συντελεστής ημερήσιας λειτουργίας της εγκαταστάσεως σε (h).

Στη δική μας μελέτη λαμβάνουμε $Z = 12h$

Δt_{max} : μέγιστη πιθανή θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ ενδεικτικής μέσης μέγιστης θερμοκρασίας των χώρων που ισούται με $17^\circ C$ σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα και της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας του περιβάλλοντος που ισούται για τη **Πάτρα** με $-1^\circ C$

h : βαθμός απόδοσης εγκαταστάσεως. Σε συνήθειες υπολογισμούς λαμβάνουμε $h = 0,60$

Ενδεικτικές τιμές της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας θερμαινόμενων χώρων

ΕΙΔΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΜΕΣΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΡ/ΣΙΑ ΣΕ $^\circ C$
Χώρος που θερμαίνεται συνεχώς	19
Χώρος με διακοπτόμενη θερμάνση	17
Δημόσια και Εμπορικά καταστήματα Τράπεζες	17
Ξενοδοχεία-Νοσοκομεία	18-20

Εφαρμόζοντας τις παραπάνω σχέσεις έχουμε τα εξής:

Η ειδική κατανάλωση πετρελαίου ισούται με:

$$B_o = \frac{Z}{\Delta t_{max} \cdot H_u \cdot h} = \frac{12}{17 - (-1) \cdot 10000 \cdot 0,60} = 11 \cdot 10^{-5}$$

Αντικαθιστώντας την ειδική κατανάλωση πετρελαίου (B_o) στη σχέση υπολογισμού της πιθανής ετήσιας κατανάλωσης πετρελαίου (B) έχουμε:

$$B = B_o \cdot H_\theta \cdot Q_{\lambda\epsilon\beta\eta\tau\alpha} = (11 \cdot 10^{-5}) \cdot 1000 \cdot 158369 = 17420,6kg = 17,42ton$$

Με την παραδοχή ότι η εγκατάσταση θερμάνσεως θα λειτουργεί 130 ημέρες το χρόνο και με επάρκεια λείτουργίας 1 μήνα (30 ημέρες) η απαιτούμενη κατανάλωση πετρελαίου ($B_{\alpha\pi\alpha\iota\tau.}$) σε (kg) για 1 μήνα θα ισούται με:

$$B_{\text{απαιτ.}} = 17,42 \cdot \frac{30}{130} = 4,02 \text{ ton} = 4020 \text{ kg}$$

Η μηνιαία απαιτούμενη κατανάλωση πετρελαίου σε λίτρα, γνωρίζοντας ότι η πυκνότητα πετρελαίου είναι $\rho = 0,86 \text{ kg/l}$, ισούται με:

$$V_{\text{απαιτ.}} = \frac{4020 \text{ kg}}{0,86 \text{ kg/l}} = 4674 \text{ lt} = 4,674 \text{ m}^3$$

Οπότε με $V_{\text{απαιτ.}} = 4674 \text{ lt}$ επιλέγουμε δεξαμενή με όγκο μεγαλύτερο κατά 25% περίπου από τον απαιτούμενο όγκο ($V_{\text{απαιτ.}}$). Άρα ο όγκος της δεξαμενής θα ισούται με : $V_{\text{δεξαμ.}} = V_{\text{απαιτ.}} \cdot 1,25 = 4674 \cdot 1,25 = 5842 \text{ lt} = 5,842 \text{ m}^3$

Έτσι επιλέγουμε δεξαμενή με τα εξής χαρακτηριστικά:

Διαστάσεις: $2,6 \times 1,5 \times 1,5$ σε *m*

Χωρητικότητα δεξαμενής: $5,85 \text{ m}^3$

Περιεχόμενο σε πετρέλαιο: 5031 kg ή 5850 lt

Ø Υπολογισμός μανομετρικού κυκλοφορητή κυκλώματος Ψύκτη – Κ.Κ.Μ.

Υπολογίζουμε την απαιτούμενη παροχή του κυκλοφορητή, έχοντας γνωστά την ισχύ του ψυκτικού στοιχείου ($Q_{\text{yukt.stoic.}} = 292279 \text{ Kcal/h}$) και την διαφορά θερμοκρασίας ($\Delta t = 6^\circ \text{C}$) εισόδου και εξόδου του νερού στον εξατμιστή του

ψύκτη, από την εξής σχέση: $V_{\text{kukl.of.}} = \frac{Q_{\text{yukt.stoic.}}}{\Delta t_{\text{exatm.}}} = \frac{292279}{6} = 48713 \text{ l/h}$

Από το Διάγραμμα (2.8.2) για $V_{\text{kukl.of.}} = 48713 \text{ l/h}$ επιλέγουμε σωλήνα τύπου NW125 με ταχύτητα $w = 1,17 \text{ m/sec}$ και πτώση πίεσης $R = 9 \text{ mmH}_2\text{O/m}$.

Ύστερα υπολογίζουμε την πτώση πίεσης των ευθυγράμμων τμημάτων (προσαγωγή και επιστροφή) του κυκλώματος Ψύκτη-Κ.Κ.Μ.. Από τα Σχέδια (1 και 8) του Παραρτήματος III το μήκος των ευθύγραμμων τμημάτων ισούται με

$L = 31m$. Άρα η πτώση πίεσης των ευθύγραμμων τμημάτων είναι:
 $\Delta p = R \cdot L = 9mmH_2O/m \cdot 31m = 280mmH_2O$.

Επόμενο βήμα είναι να υπολογίσουμε την πτώση πίεσης των εξαρτημάτων που παρεμβάλλονται στο κύκλωμα. Τα εξαρτήματα που παρεμβάλλονται στο κύκλωμα (βλέπε Σχέδιο 9, Παράρτημα ΙΙΙ) είναι αυτά που αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα μαζί με τον αντίστοιχο συντελεστή τοπικής αντιστάσεως (ζ).

Τεμάχιο	(Z)	Αριθμ.τεμαχίων (n)	$Z_{ολικό} = Z \cdot n$
Βάνα (για d=125mm)	0,5	2	1
Κυκλοφορητής	2,5	1	2,5
Γωνία (για d=125mm)	1,0	10	10
			$\Sigma\zeta=13,5$

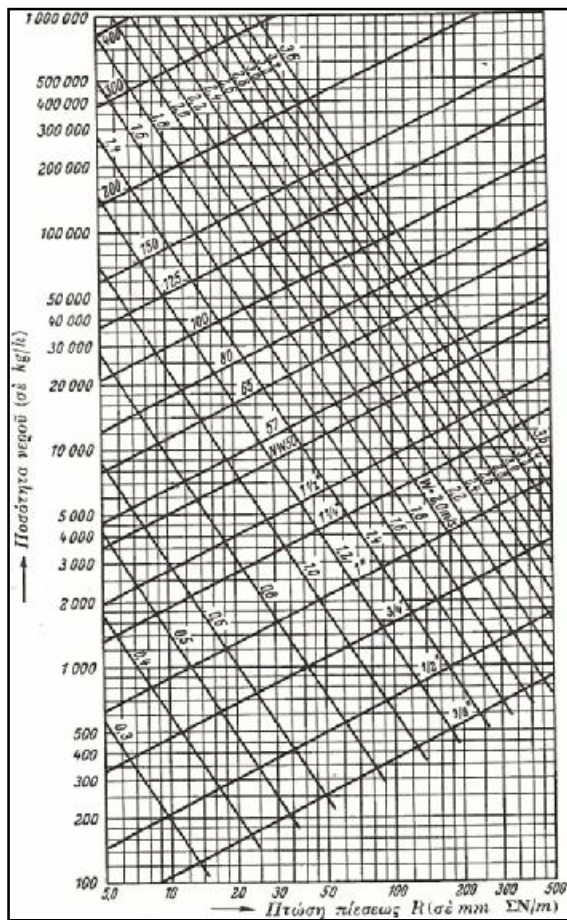
Για $\Sigma Z = 13,5$ και ταχύτητα $w = 1,17m/sec$ βρίσκουμε από τον Πίνακα (2.8.3) την πτώση πίεσης (Z) των παραπάνω εξαρτημάτων που είναι:
 $Z = 917,25mmH_2O$.

Επιπλέον έχουμε πτώση πίεσης από την τρίοδη βάνα με $Z = 500mmH_2O$, από το ψυκτικό στοιχείο με $Z = 800mmH_2O$ και από τον εξαμιστή με $Z = 15000mmH_2O$.

Άρα η συνολική πτώση πίεσης των εξαρτημάτων είναι:
 $Z_{ολικό} = 917,25 + 500 + 800 + 15000 = 17217,25mmH_2O$.

Έτσι η συνολική πτώση πίεσης του συστήματος θα είναι:
 $\Delta p_{ολικό} = (R \cdot L) + Z_{ολικό} = 280 + 17217,25 = 17497,25mmH_2O$.

Τέλος το απαιτούμενο μανομετρικό του κυκλοφορητή θα ισούται με τη συνολική πτώση πίεσης του συστήματος προσαυξημένη κατά 20%. Έτσι έχουμε: $\Delta p_{kukl.of} = 1,2 \cdot \Delta p_{ολικό} = 1,2 \cdot 17497,25mmH_2O \Rightarrow \Delta p_{kukl.of} = 21000mmH_2O$



Διάγραμμα (2.8.2): Διάγραμμα υπολογισμού των τριβών ροής σε ευθύγραμμο τυπικό χαλυβδωσωλήνα, στον οποίο ρέει νερό θερμοκρασίας από $70 \div 90^{\circ}C$ ($t_m = 80^{\circ}C$), σε δίκτυο εξαναγκασμένης κυκλοφορίας

Πίνακας (2.8.3): Πτώση πίεσης (Z σε mm Σ.Ν.) που οφείλεται σε τοπικές αντιστάσεις (συντελεστές z_1, z_2, \dots, z_n) όταν είναι γνωστό το άθροισμα ($\sum Z = z_1 + z_2 + \dots + z_n$) και η ταχύτητα ροής του νερού (w) σε (m/sec)

Ταχύτητα ροής w / m/s	Τιμές του Z για Σz														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,015	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,06	0,06	0,06	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,07	0,07	0,07	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,025	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,08	0,08	0,08	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,07	0,08	0,09	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,08	0,09	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,09	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,10	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,12	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,14	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,16	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,18	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,20	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,22	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,24	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,26	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,28	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,30	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,35	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,40	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,45	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Ø Υπολογισμός δοχείου αδρανείας του κυκλώματος Ψύκτη-Κ.Κ.Μ.

Για την αποφυγή συχνών διακοπών και εκκινήσεων κατά την λειτουργία του συμπιεστή απαιτείται μια ελάχιστη ποσότητα νερού στο δίκτυο. Αν ο συνολικός όγκος του νερού στο δίκτυο είναι μικρότερος της επιθυμητής ποσότητας νερού για τον τύπο συμπιεστή της μονάδος μας, απαιτείται η τοποθέτηση ενός βοηθητικού δοχείου (δοχείο αδρανείας) τέτοιας χωρητικότητας ώστε το σύνολο της χωρητικότητας του δικτύου να φτάσει αυτήν την επιθυμητή ποσότητα. Το δοχείο αδρανείας τοποθετείται στον σωλήνα επιστροφής του εξατμιστή (βλέπε Σχέδιο 9, Παράρτημα ΙΙΙ).

Σύμφωνα με την ισχύ του ψύκτη $Q_{\psi\kappa\tau\eta} = 380000 \text{ Kcal/h}$ βρήκαμε από κατάλληλους πίνακες ότι ο απαιτούμενος ελάχιστος όγκος νερού για τον τύπο συμπιεστή της μονάδος μας είναι: $V_{\text{ΑΠΑΙΤ.}} = 2200 \text{ lt}$.

Ο όγκος του νερού στο δίκτυο σωληνώσεων του κυκλώματος με γνωστά **α)** τη διάμετρο των σωληνώσεων ($d = 125 \text{ mm}$) και **β)** το μήκος των σωληνώσεων

$$(L = 31 \text{ m}) \text{ είναι: } V = \frac{p \cdot d^2}{4} \cdot L = \frac{3,14 \cdot (0,125 \text{ m})^2}{4} \cdot 31 \text{ m} = 0,38 \text{ m}^3 \Rightarrow V = 380 \text{ lt}$$

Ο όγκος του νερού στο ψυκτικό στοιχείο της μονάδας και στον εξατμιστή του ψύκτη είναι 100 lt αντίστοιχα.

Έτσι ο συνολικός όγκος του νερού στο δίκτυο είναι:

$$V_{\text{ΟΛΙΚΟ}} = 380 + 100 + 100 = 580 \text{ lt}$$

Άρα ο όγκος του δοχείου αδρανείας θα ισούται με τη διαφορά του απαιτούμενου ελάχιστου όγκου του νερού για τον τύπο του συμπιεστή της μονάδος μας και του συνολικού όγκου του νερού στο δίκτυο:

$$V_{\text{ΔΟΧ.ΑΔΡΑΝ.}} = V_{\text{ΑΠΑΙΤ.}} - V_{\text{ΟΛΙΚΟ}} = 2200 \text{ lt} - 580 \text{ lt} \Rightarrow V_{\text{ΔΟΧ.ΑΔΡΑΝ.}} = 1620 \text{ lt}$$

Ø Υπολογισμός μανομετρικού αντλίας κυκλώματος Ψύκτη – Πύργου Ψύξης

Ο πύργος ψύξης που θα εγκαταστήσουμε στην εγκατάσταση κλιματισμού θα είναι Πύργος Ψύξεως βεβιασμένης κυκλοφορίας σε κατακόρυφη διάταξη με αναρρόφηση αέρα και κάθετη ροή (αντιρροή), αέρα- νερού.

Υπολογίζουμε την ισχύ του Πύργου Ψύξης έχοντας γνωστή την ισχύ του ψυκτικού στοιχείου ($Q_{yukt.stoic.} = 292279 \text{ Kcal/h}$) και ξέροντας ότι η ισχύς του Π.Ψ. ($Q_{\Pi.\Psi.}$) ισούται με το άθροισμα της ισχύος του ψυκτικού στοιχείου ($Q_{yukt.stoic.}$) και της ισχύος του συμπιεστή ($Q_{sumpiestj}$), ήτοι έχουμε:

$$Q_{\Pi.\Psi.} = Q_{yukt.stoic.} + Q_{sumpiestj}$$

Για να υπολογίσουμε την ισχύ του συμπιεστή πρέπει να κάνουμε τους ακόλουθους υπολογισμούς:

$$\text{Ξέρουμε ότι: } Q_{yukt.stoic.} = 292279 \text{ Kcal/h} = \frac{292279}{3000} RT = 97,43RT . \text{ Επίσης}$$

ξέρουμε ότι ο συμπιεστής πρέπει να έχει αναλογία ιπποδύναμης (HP) με ψυκτικούς τόνους (RT) ίση με (1HP/RT). Έτσι ο συμπιεστής θα έχει ισχύ:

$$Q_{sumpiestj} = 97,43RT = \frac{97,43RT}{1,34} \text{ KW} = 72,7 \text{ KW} = 72,7 \cdot 860 \text{ Kcal/h} \Rightarrow$$

$$Q_{sumpiestj} = 62522 \text{ Kcal/h}$$

Έτσι η ισχύς του Π.Ψ. θα είναι σύμφωνα με την παραπάνω σχέση:

$$Q_{\Pi.\Psi.} = Q_{yukt.stoic.} + Q_{sumpiestj} = 292279 \text{ Kcal/h} + 62522 \text{ Kcal/h} \Rightarrow$$

$$Q_{\Pi.\Psi.} = 354801 \text{ Kcal/h}$$

Τώρα υπολογίζουμε την απαιτούμενη παροχή της αντλίας, έχοντας γνωστά την ισχύ του Π.Ψ. ($Q_{\Pi.\Psi.} = 354801 \text{ Kcal/h}$) και την διαφορά θερμοκρασίας

($\Delta t_{sump.} = 5^{\circ}C$) εισόδου και εξόδου του νερού στον συμπυκνωτή του ψύκτη, από

$$\text{την εξής σχέση: } \dot{V}_{antliaV} = \frac{Q_{\Pi.\Psi.}}{\Delta t_{sump.}} = \frac{354801}{5} = 70960l/h$$

Από το Διάγραμμα (2.8.2) για $\dot{V}_{antliaV} = 70960l/h$ επιλέγουμε σωλήνα τύπου NW150 με ταχύτητα $w = 1,18m/sec$ και πτώση πίεσης $R = 7,3mmH_2O/m$.

Υστερα υπολογίζουμε την πτώση πίεσης των ευθυγράμμων τμημάτων (προσαγωγή και επιστροφή) του κυκλώματος Ψύκτη-Π.Ψ. Από τα Σχέδια (1 και 10) του Παραρτήματος III το μήκος των ευθύγραμμων τμημάτων ισούται με $L = 35m$. Άρα η πτώση πίεσης των ευθύγραμμων τμημάτων είναι: $\Delta p = R \cdot L = 7,3mmH_2O/m \cdot 35m = 255,5mmH_2O$.

Επόμενο βήμα είναι να υπολογίσουμε την πτώση πίεσης των εξαρτημάτων που παρεμβάλλονται στο κύκλωμα. Τα εξαρτήματα που παρεμβάλλονται στο κύκλωμα (βλέπε Σχέδιο 11, Παράρτημα III) είναι αυτά που αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα μαζί με τον αντίστοιχο συντελεστή τοπικής αντιστάσεως (ζ).

Τεμάχιο	(Z)	Αριθμ.τεμαχίων (n)	$Z_{ολικό} = Z \cdot n$
Βάνα (για d=150mm)	0,5	4	2
Αντλία	2,5	1	2,5
Γωνία (για d=150mm)	1,0	6	6
			$\Sigma\zeta=10,5$

Για $\Sigma\zeta = 10,5$ και ταχύτητα $w = 1,18m/sec$ βρίσκουμε από τον Πίνακα (2.8.3) την πτώση πίεσης (Z) των παραπάνω εξαρτημάτων που είναι: $Z = 732mmH_2O$.

Επιπλέον έχουμε πτώση πίεσης από τον Π.Ψ. με $Z = 20000mmH_2O$ και από τον συμπυκνωτή με $Z = 15000mmH_2O$.

Άρα η συνολική πτώση πίεσης των εξαρτημάτων είναι: $Z_{ολικό} = 732 + 20000 + 15000 = 35732mmH_2O$.

Έτσι η συνολική πτώση πίεσης του συστήματος θα είναι:
 $\Delta p_{ολικό} = (R \cdot L) + Z_{ολικό} = 255,5 + 35732 = 35987,5 \text{ mmH}_2\text{O}.$

Τέλος το απαιτούμενο μανομετρικό της αντλίας θα ισούται με τη συνολική πτώση πίεσης του συστήματος προσαυξημένη κατά 20%. Έτσι έχουμε:

$$\Delta p_{αντλία} = 1,2 \cdot \Delta p_{ολικό} = 1,2 \cdot 35987,5 \text{ mmH}_2\text{O} \Rightarrow \boxed{\Delta p_{αντλία} = 43185 \text{ mmH}_2\text{O}}$$

Ø Υπολογισμός μανομετρικών κυκλοφορητών κυκλώματος Λέβητα – Κ.Κ.Μ.

Υπολογίζουμε την απαιτούμενη παροχή του κυκλοφορητή, έχοντας γνωστά την ισχύ του προθερμαντικού και μεταθερμαντικού στοιχείου ($Q_{proq.} = 68872 \text{ Kcal/h}$), ($Q_{metaq.} = 105339 \text{ Kcal/h}$) και την διαφορά θερμοκρασίας ($\Delta t = 15^\circ \text{C}$) εισόδου και εξόδου του νερού στο προθερμαντικό και μεταθερμαντικό στοιχείο αντίστοιχα, από τις εξής σχέσεις:

$$\dot{V}_{proq.} = \frac{Q_{proq.}}{\Delta t_{proq.}} = \frac{68872}{15} = 4591 \text{ l/h} \quad \text{και} \quad \dot{V}_{metaq.} = \frac{Q_{metaq.}}{\Delta t_{metaq.}} = \frac{105339}{15} = 7023 \text{ l/h}$$

Από το Διάγραμμα (2.8.2) για $\dot{V}_{proq.} = 4591 \text{ l/h}$ επιλέγουμε σωλήνα, που συνδέει τους συλλέκτες με το προθερμαντικό στοιχείο, τύπου NW50 με ταχύτητα $w_{\Sigma-\Pi} = 0,65 \text{ m/sec}$ και πτώση πίεσης $R_{\Sigma-\Pi} = 10 \text{ mmH}_2\text{O/m}$. Και από το ίδιο Διάγραμμα για $\dot{V}_{metaq.} = 7023 \text{ l/h}$ επιλέγουμε σωλήνα, που συνδέει τους συλλέκτες με το μεταθερμαντικό στοιχείο, NW57 με ταχύτητα $w_{\Sigma-M} = 0,8 \text{ m/sec}$ και πτώση πίεσης $R_{\Sigma-M} = 12 \text{ mmH}_2\text{O/m}$.

Η παροχή του κεντρικού σωλήνα προσαγωγής και επιστροφής αντίστοιχα, που συνδέει τον λέβητα με τους συλλέκτες, θα ισούται με το άθροισμα της

παροχής του προθερμαντικού στοιχείου $\left(\dot{V}_{\text{προθ.}} = 4591\text{l/h}\right)$ και του μεταθερμαντικού στοιχείου $\left(\dot{V}_{\text{μεταθ.}} = 7023\text{l/h}\right)$, ήτοι έχουμε:

$$\dot{V}_{\Lambda-\Sigma} = \dot{V}_{\text{προθ}} + \dot{V}_{\text{μεταθ}} = 4591\text{l/h} + 7023\text{l/h} = 11614\text{l/h}$$

Από το Διάγραμμα (2.8.2) για $\dot{V}_{\Lambda-\Sigma} = 11614\text{l/h}$ επιλέγουμε σωλήνα, που συνδέει το λέβητα με τους συλλέκτες, τύπου NW65 με ταχύτητα $w_{\Lambda-\Sigma} = 0,82\text{m/sec}$ και πτώση πίεσης $R_{\Lambda-\Sigma} = 10\text{mmH}_2\text{O/m}$.

Ύστερα υπολογίζουμε την πτώση πίεσης των ευθύγραμμων τμημάτων που συνδέουν τον λέβητα με τους συλλέκτες (προσαγωγή και επιστροφή). Από τα Σχέδια (1 και 12) του Παραρτήματος III το μήκος των ευθύγραμμων τμημάτων ισούται με $L_{\Lambda-\Sigma} = 3\text{m}$. Άρα η πτώση πίεσης των ευθύγραμμων τμημάτων είναι:

$$\Delta p_{\Lambda-\Sigma} = R_{\Lambda-\Sigma} \cdot L_{\Lambda-\Sigma} = 10\text{mmH}_2\text{O/m} \cdot 3\text{m} = 30\text{mmH}_2\text{O}.$$

Και τώρα υπολογίζουμε τη πτώση πίεσης των ευθύγραμμων τμημάτων που συνδέουν τους συλλέκτες με το μεταθερμαντικό στοιχείο (προσαγωγή και επιστροφή). Από τα Σχέδια (1 και 12) του Παραρτήματος III το μήκος των ευθύγραμμων τμημάτων ισούται με $L_{\Sigma-\text{M}} = 30,7\text{m}$. Άρα η πτώση πίεσης των ευθύγραμμων τμημάτων είναι:

$$\Delta p_{\Sigma-\text{M}} = R_{\Sigma-\text{M}} \cdot L_{\Sigma-\text{M}} = 12\text{mmH}_2\text{O/m} \cdot 30,7\text{m} = 367,4\text{mmH}_2\text{O}$$

Επόμενο βήμα είναι να υπολογίσουμε την πτώση πίεσης των εξαρτημάτων που παρεμβάλλονται στο κύκλωμα.

- Τα εξαρτήματα που παρεμβάλλονται στο κύκλωμα που συνδέει το λέβητα με τους συλλέκτες (βλέπε Σχέδιο 13, Παράρτημα III) είναι αυτά που αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα μαζί με τον αντίστοιχο συντελεστή τοπικής αντιστάσεως (ζ).

Τεμάχιο	(Z)	Αριθμ.τεμαχίων (n)	$Z_{ολικό} = Z \cdot n$
Λέβητας	2,5	1	2,5
Βάνα (για d=65mm)	0,5	2	1
Γωνία (για d=65mm)	1,0	3	3
			$\Sigma\zeta=6,5$

Για $\Sigma z = 6,5$ και ταχύτητα $w_{\Lambda-\Sigma} = 0,82 m/sec$ βρίσκουμε από τον Πίνακα (2.8.3) την πτώση πίεσης (Z) των παραπάνω εξαρτημάτων που είναι: $Z = 218,9 mmH_2O$.

Επιπλέον έχουμε πτώση πίεσης από τους δύο συλλέκτες με $Z = 50 mmH_2O$ ο κάθε ένας.

Άρα η συνολική πτώση πίεσης των εξαρτημάτων είναι: $Z_{\Lambda-\Sigma,ολικό} = 218,9 + 50 + 50 = 318,9 mmH_2O$.

Έτσι η συνολική πτώση πίεσης του συστήματος Λέβητας-Συλλέκτες θα είναι: $\Delta p_{\Lambda-\Sigma,ολικό} = (R \cdot L)_{\Lambda-\Sigma} + Z_{\Lambda-\Sigma,ολικό} = 30 + 318,9 = 349 mmH_2O$.

- Τα εξαρτήματα που παρεμβάλλονται στο κύκλωμα που συνδέει τους συλλέκτες με το μεταθερμαντικό στοιχείο (βλέπε Σχέδιο 13, Παράρτημα ΙΙΙ) είναι αυτά που αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα μαζί με τον αντίστοιχο συντελεστή τοπικής αντιστάσεως (ζ).

Τεμάχιο	(Z)	Αριθμ.τεμαχίων (n)	$Z_{ολικό} = Z \cdot n$
Βάνα (για d=57mm)	0,5	3	1,5
Γωνία (για d=57mm)	1,0	7	7
Κυκλοφοριτής	2,5	1	2,5
			$\Sigma\zeta=11$

Για $\Sigma z = 11$ και ταχύτητα $w_{\Sigma-M} = 0,8 m/sec$ βρίσκουμε από τον Πίνακα (2.8.3) την πτώση πίεσης (Z) των παραπάνω εξαρτημάτων που είναι: $Z = 350 mmH_2O$.

Επιπλέον έχουμε πτώση πίεσης από το μεταθερμαντικό στοιχείο με $Z = 600mmH_2O$, από την αντεπίστροφη βαλβίδα με $Z = 100mmH_2O$ και από την τρίοδη βάννα με $Z = 500mmH_2O$.

Άρα η συνολική πτώση πίεσης των εξαρτημάτων είναι:
 $Z_{\Sigma-M,ολικό} = 350 + 600 + 100 + 500 = 1550mmH_2O$.

Έτσι η συνολική πτώση πίεσης του συστήματος Συλλέκτες-Μεταθερμαντικό θα είναι:

$$\Delta p_{\Sigma-M,ολικό} = (R \cdot L)_{\Sigma-M} + Z_{\Sigma-M,ολικό} = 367,4 + 1550 = 1917,4mmH_2O$$

Τέλος η συνολική πτώση πίεσης του συστήματος θα είναι το άθροισμα συνολικής πτώσης πίεσης του συστήματος Λέβητας-Συλλέκτες ($\Delta p_{\Lambda-\Sigma,ολικό} = 349mmH_2O$) και του συστήματος Συλλέκτες-Μεταθερμαντικό ($\Delta p_{\Sigma-M,ολικό} = 1917,4mmH_2O$), ήτοι έχουμε:

$$\Delta p_{ΟΛΙΚΟ} = \Delta p_{\Lambda-\Sigma,ολικό} + \Delta p_{\Sigma-M,ολικό} = 349mmH_2O + 1917,4mmH_2O = 2266,4mmH_2O$$

Τέλος το απαιτούμενο μανομετρικό του κυκλοφορητή θα ισούται με τη συνολική πτώση πίεσης του συστήματος προσαυξημένη κατά 20%. Έτσι έχουμε:

$$\Delta p_{kukl of. Metaq.} = 1,2 \cdot \Delta p_{ΟΛΙΚΟ} = 1,2 \cdot 2266,4mmH_2O \Rightarrow \Delta p_{κυκλοφ.Μεταθ.} = 2720mmH_2O$$

Σημείωση: Στο κύκλωμα Λέβητα-Κ.Κ.Μ παρεμβάλλονται δύο κυκλοφορητές (βλέπε Σχέδιο 13, Παράρτημα ΙΙΙ), ένας στο κύκλωμα του προθερμαντικού και ένας στο κύκλωμα του μεταθερμαντικού στοιχείου. Οι παραπάνω υπολογισμοί έγιναν για την πτώση πίεσης που πρέπει να υπερνικήσει ο ένας κυκλοφορητής στο κύκλωμα του μεταθερμαντικού που έχει και την μεγαλύτερη πτώση πίεσης. Άρα και ο άλλος κυκλοφορητής στο κύκλωμα του προθερμαντικού θα έχει το ίδιο μανομετρικό καθώς έχουν μικρή διαφορά στην πτώση πίεσης.

Οπότε έχουμε δύο κυκλοφορητές με απαιτούμενο μανομετρικό

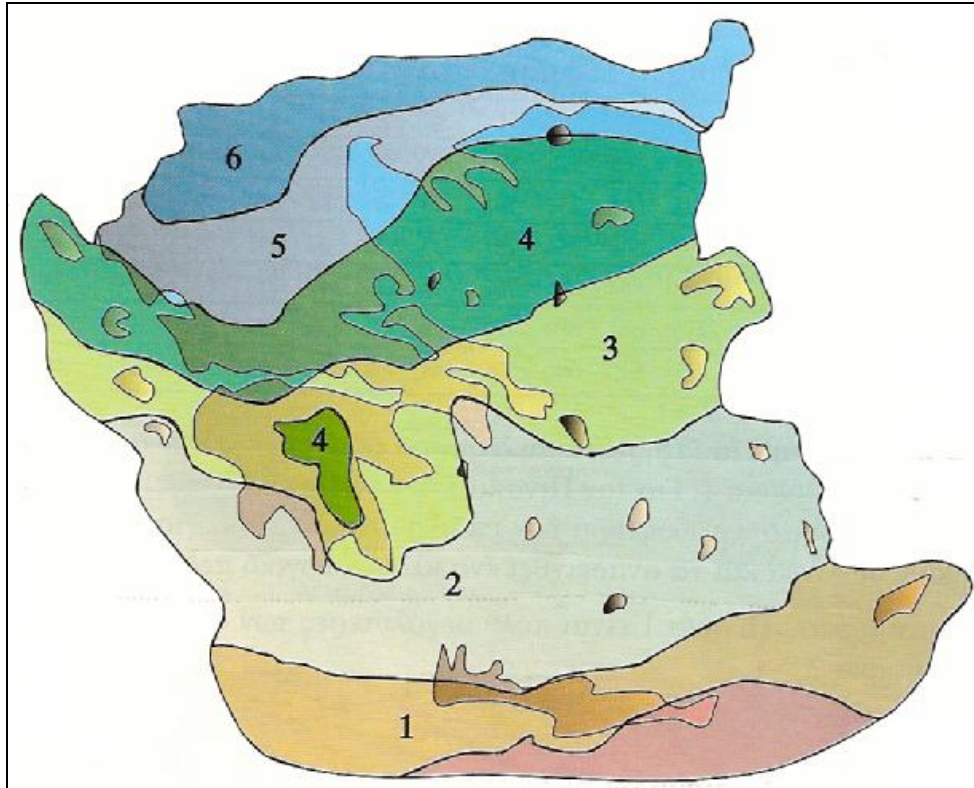
$$\Delta p_{kukl of.} = 2720mmH_2O \text{ ο καθένας.}$$

2.9 ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

A/A	ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΤΙΜΗ
1	Κ.Κ.Μ.	-	-
1.1	Παροχή αέρα	m^3/h	28944
1.2	Μανομετρικό ανεμιστήρα προσαγωγής	$in.w$	3,00
1.3	Μανομετρικό ανεμιστήρα απαγωγής	$in.w$	0,59
1.4	Ισχύς Ψυκτικού στοιχείου ($Q_{yukt.stoic}$)	$Kcal/h$	292279
1.5	Ισχύς Προθερμαντικού στοιχείου ($Q_{proq.}$)	$Kcal/h$	68872
1.6	Ισχύς Μεταθερμαντικού στοιχείου ($Q_{metaq.}$)	$Kcal/h$	105339
2	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ	-	-
2.1	Ισχύς λέβητα (Q_{lebhta})	$Kcal/h$	230000
2.2	Θερμαινόμενη επιφάνεια λέβητα (F)	m^2	28,75
2.3	Ικανότητα καύσεως καυστήρα (G)	kg/h	28,75
2.4	Διαστάσεις καπνοδόχου	cm	36x36
2.5	Δεξαμενή καυσίμου	-	-
2.5.1	Διαστάσεις	m	2,6x1,5x1,5
2.5.2	Χωρητικότητα	m^3	5,85
2.5.3	Περιεχόμενο σε πετρέλαιο	kg	5031
3	ΚΥΚΛΩΜΑ ΨΥΚΤΗ-Κ.Κ.Μ.	-	-
3.1	Ισχύς Ψύκτη (Q_{yukth})	$Kcal/h$	380000
3.2	Μανομετρικό κυκλοφορητή ($\Delta p_{kukl of.}$)	mmH_2O	21000
3.3	Δοχείο αδρανείας ($V_{\Delta OX. \Delta \Delta P A N.}$)	lt	1620
4	ΚΥΚΛΩΜΑ ΨΥΚΤΗ-Π.Ψ.	-	-
4.1	Μανομετρικό αντλίας ($\Delta p_{antl iav}$)	mmH_2O	43185
5	ΚΥΚΛΩΜΑ ΛΕΒΗΤΑ-Κ.Κ.Μ.	-	-
5.1	Μανομετρικό κυκλοφορητή Προθ.Στοιχ. ($\Delta p_{kukl of. \Pi roq.}$)	mmH_2O	2720
5.2	Μανομετρικό κυκλοφορητή Μεταθ.Στοιχ. ($\Delta p_{kukl of. Metaq.}$)	mmH_2O	2720

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι



Ζώνη 1	Ζώνη 2	Ζώνη 3	Ζώνη 4	Ζώνη 5	Ζώνη 6
Ηράκλειο	Αθήνα	Αργοστόλι	Άρτα	Θεσ/νίκη	Ιωάννινα
Ρόδος	Καλαμάτα	Κόρινθος	Κέρκυρα	Καβάλα	Κομοτηνή
Σητεία	Νάξος	Μυτιλήνη	Λαμία	Κατερίνη	Σέρρες
Χανιά	Σάμος	Πάτρα	Λήμνος	Λάρισα	Φλώρινα
Ιεράπετρα	Σύρος	Χίος	Τρίπολη	Τρίκαλα	Ξάνθη

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Πίνακας 1																
ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ Q [Kcal/h] ΙΣΟΓΕΙΟΥ																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ				ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ			ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ	
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡΙΘΜ. ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜ. ΑΠΩΛΕΙΩΝ (K)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ	ΔΙΑΚΟΙΩΝ ΛΕΙΟΥΡΓΙΑΣ	ΤΕΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ		
		(cm)	(m)	(m)	(m ²)		(m ²)	(m ²)	$\left(\frac{Kcal}{hm^2 \cdot ^\circ C}\right)$	(^o C)	$\left(\frac{Kcal}{h}\right)$	(%)	(%)	(1+ %)	$\left(\frac{Kcal}{h}\right)$	
Αίθουσα 1																
Τεξ	N	26	13,5	3	40,5		12	28,5	0,5	21	299					
Τεξ	A	26	9	3	27			27	0,5	21	284					
Τεξ	B	12	3	3	9			9	2,3	21	435					
Παρ	N	0,5	2	1,5	3	4		12	5,0	21	1260					
Δαπ		20	13,5	9	121,5			121,5	0,5	5	304					
											2582	-5	25	1,20	3098	
											$Q_L = 1,5 \cdot 4 \cdot 8,5 \cdot 0,7 \cdot 0,24 \cdot (293 - 272) \cdot 1 =$				180	
															$Q_h =$	3278
Αίθουσα 2																
Τεξ	N	26	13,5	3	40,5		12	28,5	0,5	21	299					
Τεξ	Δ	26	9	3	27			27	0,5	21	284					
Παρ	N	0,5	2	1,5	3	4		12	5,0	21	1260					
Δαπ		20	13,5	9	121,5			121,5	0,5	5	304					
											2147	-5	30	1,25	2684	
											$Q_L = 1,5 \cdot 4 \cdot 8,5 \cdot 0,7 \cdot 0,24 \cdot (293 - 272) \cdot 1 =$				180	
															$Q_h =$	2864
Διάδρομος 1																
Τεξ	Δ	26	8,12	3	24,36		3	21,36	0,5	21	224					
Τεξ	B	26	3	3	9			9	0,5	21	95					
Τεξ	A	26	4	3	12		8	4	0,5	21	42					
Παρ	Δ	0,5	2	1,5	3			3	5,0	21	315					
Πορ	A	7	3,2	2,5	8			8	0,9	21	151					
Δαπ		20	23,86	4	95,44			95,44	0,5	5	239					
Δαπ		20	3	4,12	12,36			12,36	0,5	5	31					
											1097	0	30	1,30	1426	
											$Q_L = 1,5 \cdot (8,5 + 13,9) \cdot 0,9 \cdot 0,24 \cdot (293 - 272) \cdot 1 =$				152	
															$Q_h =$	1578
Κυλικείο																
Τεξ	N	12	3	3	9			9	2,3	21	435					
Τεξ	A	26	4	3	12			12	0,5	21	126					
Τεξ	B	26	7	3	21		4,5	16,5	0,5	21	173					
Παρ	B	0,5	1,5	1,5	2,25	2		4,5	5,0	21	473					
Δαπ		20	7	4	28			28	0,5	5	70					
											1277	5	25	1,30	1660	
											$Q_L = 1,5 \cdot 2 \cdot 7,5 \cdot 0,9 \cdot 0,24 \cdot (293 - 272) \cdot 1 =$				102	
															$Q_h =$	1762

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ Q [Kcal/h] ΙΣΟΓΕΙΟΥ

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16							
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ						ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ						ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ						ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ																
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡΙΘΜ. ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜ. ΑΠΩΛΕΙΩΝ (K)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ	ΔΙΑΚΟΠΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΤΕΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ	(cm)	(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)		($\frac{Kcal}{hm^2 \cdot ^\circ C}$)	($^\circ C$)	($\frac{Kcal}{h}$)	(%)	(%)	(+%)	($\frac{Kcal}{h}$)									
Γραμματεία																																					
Τεξ	B	26	3	3	9		2,25	6,75	0,5	21	71																										
Παρ	B	0,5	1,5	1,5	2,25			2,25	5,0	21	236											307	5	30	1,35												
$Q_L = 1,5 \cdot 7,5 \cdot 0,9 \cdot 0,24 \cdot (293 - 272) \cdot 1 =$																																					
$Q_h =$																																					
465																																					
Γραφείο Διευθύντη																																					
Τεξ	B	26	2,76	3	8,28		2,25	6,03	0,5	21	63																										
Παρ	B	0,5	1,5	1,5	2,25			2,25	5,0	21	236											299	5	30	1,35												
$Q_L = 1,5 \cdot 7,5 \cdot 0,9 \cdot 0,24 \cdot (293 - 272) \cdot 1 =$																																					
$Q_h =$																																					
455																																					
Γραφείο 1																																					
Τεξ	B	26	2,76	3	8,28		2,25	6,03	0,5	21	63																										
Παρ	B	0,5	1,5	1,5	2,25			2,25	5,0	21	236											299	5	30	1,35												
$Q_L = 1,5 \cdot 7,5 \cdot 0,9 \cdot 0,24 \cdot (293 - 272) \cdot 1 =$																																					
$Q_h =$																																					
455																																					
Γραφείο 2																																					
Τεξ	B	26	2,76	3	8,28		2,25	6,03	0,5	21	63																										
Παρ	B	0,5	1,5	1,5	2,25			2,25	5,0	21	236											299	5	30	1,35												
$Q_L = 1,5 \cdot 7,5 \cdot 0,9 \cdot 0,24 \cdot (293 - 272) \cdot 1 =$																																					
$Q_h =$																																					
455																																					
WC Ανδρών 1																																					
Τεξ	B	26	2,5	3	7,5		1	6,5	0,5	21	68																										
Παρ	B	0,5	1	1	1			1	5,0	21	105																										
Δαπ		20	2,5	4	10			10	0,5	5	25																										
$Q_L = 1,5 \cdot 5 \cdot 0,9 \cdot 0,24 \cdot (293 - 272) \cdot 1 =$																																					
$Q_h =$																																					
301																																					
WC Γυναικών 1																																					
Τεξ	B	26	2,5	3	7,5		1	6,5	0,5	21	68																										
Παρ	B	0,5	1	1	1			1	5,0	21	105																										
Δαπ		20	2,5	4	10			10	0,5	5	25																										
$Q_L = 1,5 \cdot 5 \cdot 0,9 \cdot 0,24 \cdot (293 - 272) \cdot 1 =$																																					
$Q_h =$																																					
301																																					

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ Q [Kcal/h] Α΄ ΟΡΟΦΟΥ																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ				ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ			ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ	
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡΙΘΜ. ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜ. ΑΠΩΛΕΙΩΝ (K)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ	ΔΙΑΚΟΠΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΤΕΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ		
		(cm)	(m)	(m)	(m ²)		(m ²)	(m ²)	($\frac{Kcal}{hm^2 \cdot ^\circ C}$)	($^\circ C$)	($\frac{Kcal}{h}$)	(%)	(%)	(1+%)	($\frac{Kcal}{h}$)	
Αίθουσα 3																
Τεξ	N	26	13,5	3	40,5		12	28,5	0,5	21	299					
Τεξ	A	26	9	3	27			27	0,5	21	284					
Παρ	N	0,5	2	1,5	3	4		12	5,0	21	1260					
Οροφ		20	13,5	9	121,5			121,5	0,6	21	1531					
											3374	-5	25	1,20	4049	
															$Q_L = 1,5 \cdot 4 \cdot 8,5 \cdot 0,7 \cdot 0,24 \cdot (293 - 272) \cdot 1 =$	180
															$Q_h =$	4229
Αίθουσα 4																
Τεξ	N	26	13,5	3	40,5		12	28,5	0,5	21	299					
Τεξ	Δ	26	9	3	27			27	0,5	21	284					
Παρ	N	0,5	2	1,5	3	4		12	5,0	21	1260					
Οροφ		20	13,5	9	121,5			121,5	0,6	21	1531					
											3374	-5	25	1,20	4049	
															$Q_L = 1,5 \cdot 4 \cdot 8,5 \cdot 0,7 \cdot 0,24 \cdot (293 - 272) \cdot 1 =$	180
															$Q_h =$	4229
Διάδρομος 2																
Τεξ	Δ	26	8,12	3	24,36		3	21,36	0,5	21	224					
Τεξ	B	26	3	3	9			9	0,5	21	95					
Τεξ	A	26	4	3	12		3	9	0,5	21	95					
Παρ	A	0,5	2	1,5	3			3	5,0	21	315					
Παρ	Δ	0,5	2	1,5	3			3	5,0	21	315					
Οροφ		20	27,12	4	108,48			108,48	0,6	21	1367					
Οροφ		20	3	4,12	12,36			12,36	0,6	21	156					
											2567	0	30	1,30	3337	
															$Q_L = 1,5 \cdot 2 \cdot 8,5 \cdot 0,9 \cdot 0,24 \cdot (293 - 272) \cdot 1 =$	116
															$Q_h =$	3453
Βιβλιοθήκη																
Τεξ	A	26	4	3	12			12	0,5	21	126					
Τεξ	B	26	7	3	21		4,5	16,5	0,5	21	173					
Παρ	B	0,5	1,5	1,5	2,25	2		4,5	5,0	21	473					
Οροφ		20	7	4	28			28	0,6	21	353					
											1125	5	25	1,30	1463	
															$Q_L = 1,5 \cdot 2 \cdot 7,5 \cdot 0,9 \cdot 0,24 \cdot (293 - 272) \cdot 1 =$	102
															$Q_h =$	1565

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ Q [Kcal/h] Α΄ ΟΡΟΦΟΥ																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ				ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ			ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ	
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡΙΘΜ. ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜ. ΑΠΩΛΕΙΩΝ (K)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ	ΔΙΑΚΟΠΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΤΕΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ		
		(cm)	(m)	(m)	(m ²)		(m ²)	(m ²)	($\frac{Kcal}{hm^2 \cdot C}$)	(°C)	($\frac{Kcal}{h}$)	(%)	(%)	(1+%)	($\frac{Kcal}{h}$)	
Αίθουσα Συνεδριάσεων																
Τεξ	B	26	8,52	3	25,56		6	19,56	0,5	21	205					
Παρ	B	0,5	2	1,5	3	2		6	5,0	21	630					
Οροφ		20	8,52	4	34,08			34,08	0,6	21	429					
											1264	5	25	1,30	1643	
															$Q_L = 1,5 \cdot 2 \cdot 8,5 \cdot 0,7 \cdot 0,24 \cdot (293 - 272) \cdot 1 =$	90
															$Q_h =$	1733
Αποθήκη																
Τεξ	B	26	3	3	9		2,25	6,75	0,5	21	71					
Παρ	B	0,5	1,5	1,5	2,25			2,25	5,0	21	236					
Οροφ		20	3	4	12			12	0,6	21	151					
											458	5	25	1,30	595	
															$Q_L = 1,5 \cdot 7,5 \cdot 0,9 \cdot 0,24 \cdot (293 - 272) \cdot 1 =$	51
															$Q_h =$	646
WC Ανδρών 2																
Τεξ	B	26	2,5	3	7,5		1	6,5	0,5	21	68					
Παρ	B	0,5	1	1	1			1	5,0	21	105					
Οροφ		20	2,5	4	10			10	0,6	5	126					
											299	5	30	1,35	404	
															$Q_L = 1,5 \cdot 5 \cdot 0,9 \cdot 0,24 \cdot (293 - 272) \cdot 1 =$	34
															$Q_h =$	438
WC Γυναίκων 2																
Τεξ	B	26	2,5	3	7,5		1	6,5	0,5	21	68					
Παρ	B	0,5	1	1	1			1	5,0	21	105					
Οροφ		20	2,5	4	10			10	0,6	5	126					
											299	5	30	1,35	404	
															$Q_L = 1,5 \cdot 5 \cdot 0,9 \cdot 0,24 \cdot (293 - 272) \cdot 1 =$	34
															$Q_h =$	438

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ $Q_h=28645Kcal/h$

Πίνακας 2						
ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΦΩΤΙΣΜΟ [BTU/h]						
Όροφος	Χώρος	Ισχύς φωτισμού μίας λάμπας W (Watt)	Παράγ. τύπου φωτισμού BF	Παράγ. φορτίου ψύξης για το φωτισμό CLF	Αριθμός λαμπών n	Καθαρό θερμικό κέρδος από το φωτισμό $Q = n \cdot (3,4 \cdot W \cdot BF \cdot CLF)$ (BTU/h)
ΙΣΟΓΕΙΟ	Αίθουσα 1	116	1,25	1	10	4930
	Αίθουσα 2	116	1,25	1	10	4930
	Διάδρομος 1	116	1,25	1	6	2958
	Κυλικείο	116	1,25	1	3	1479
	Γραμματεία	116	1,25	1	1	493
	Γραφείο Διευθυντή	116	1,25	1	1	493
	Γραφείο 1	116	1,25	1	1	493
	Γραφείο 2	116	1,25	1	1	493
	WC Ανδρών	116	1,25	1	1	493
	WC Γυναικών	116	1,25	1	1	493
Α΄ ΟΡΟΦΟΣ	Αίθουσα 3	116	1,25	1	10	4930
	Αίθουσα 4	116	1,25	1	10	4930
	Διάδρομος 2	116	1,25	1	7	3451
	Βιβλιοθήκη	116	1,25	1	3	1479
	Αίθουσα Συνεδριάσεων	116	1,25	1	4	1972
	Αποθήκη	116	1,25	1	1	493
	WC Ανδρών	116	1,25	1	1	493
	WC Γυναικών	116	1,25	1	1	493

Πίνακας 3										
ΙΣΟΓΕΙΟ										
ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ Q [BTU/h]										
ΛΙΘΟΥΣΑ 1										
ΜΗΝΑΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΛΛΟΣ ΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗ ΤΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ/ ΜΟΣ	ΩΡΑ							
			9	10	11	12	13	14	15	16
ΙΟΥΝΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	A	738	738	767	814	852	870	908	927
	Συναγωγή Τοίχου	N	680	660	660	660	660	680	719	739
	Συναγωγή Τοίχου	B	958	958	958	929	958	958	958	987
	Συναγωγή Πάτωμα	Op.	1962	1962	1962	1962	1962	1962	1962	1962
	Συναγωγή Τζάμι	N	2196	2456	2776	3100	3360	3616	3680	3744
	Ακτινοβολία Τζάμι	N	2700	4172	5890	7240	7976	7976	7240	6135
	Εξοπλισμός	-	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
	Άνθρωποι	-	28736	28736	28736	28736	28736	28736	28736	28736
	Φώτα	-	4930	4930	4930	4930	4930	4930	4930	4930
ΣΥΝΟΛΟ			45620	47332	49399	51091	52154	52448	51853	50880
ΙΟΥΛΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	A	719	719	757	795	833	852	889	908
	Συναγωγή Τοίχου	N	719	700	700	700	700	719	759	779
	Συναγωγή Τοίχου	B	929	929	929	900	929	929	929	958
	Συναγωγή Πάτωμα	Op.	1962	1962	1962	1962	1962	1962	1962	1962
	Συναγωγή Τζάμι	N	2196	2456	2776	3100	3360	3616	3680	3744
	Ακτινοβολία Τζάμι	N	3097	4787	6758	8307	9151	9151	8307	7040
	Εξοπλισμός	-	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
	Άνθρωποι	-	28736	28736	28736	28736	28736	28736	28736	28736
	Φώτα	-	4930	4930	4930	4930	4930	4930	4930	4930
ΣΥΝΟΛΟ			46008	47939	50268	52150	53321	53615	52912	51777
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	A	719	719	757	795	833	852	889	908
	Συναγωγή Τοίχου	N	779	759	759	759	759	779	819	839
	Συναγωγή Τοίχου	B	871	871	871	842	871	871	871	900
	Συναγωγή Πάτωμα	Op.	1962	1962	1962	1962	1962	1962	1962	1962
	Συναγωγή Τζάμι	N	2196	2456	2776	3100	3360	3616	3680	3744
	Ακτινοβολία Τζάμι	N	4234	6544	9238	11355	12510	9151	11355	9623
	Εξοπλισμός	-	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
	Άνθρωποι	-	28736	28736	28736	28736	28736	28736	28736	28736
	Φώτα	-	4930	4930	4930	4930	4930	4930	4930	4930
ΣΥΝΟΛΟ			47147	49697	52749	55199	56681	53617	55962	54362

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ Q [BTU/h] ΑΙΘΟΥΣΑ 2										
ΜΗΝΑΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΛΛΟΣ ΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗ ΤΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ/ ΜΟΣ	ΩΡΑ							
			9	10	11	12	13	14	15	16
ΙΟΥΝΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	Δ	795	776	757	738	719	719	719	738
	Συναγωγή Τοίχου	N	680	660	660	660	660	680	719	739
	Συναγωγή Πάτωμα	Ορ.	1962	1962	1962	1962	1962	1962	1962	1962
	Συναγωγή Τζάμι	N	2196	2456	2776	3100	3360	3616	3680	3744
	Ακτινοβολία Τζάμι	N	2700	4172	5890	7240	7976	7976	7240	6135
	Εξοπλισμός	-	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
	Άνθρωποι	-	28736	28736	28736	28736	28736	28736	28736	28736
	Φώτα	-	4930	4930	4930	4930	4930	4930	4930	4930
ΣΥΝΟΛΟ			44719	46412	48431	50086	51063	51339	50706	49704
ΙΟΥΛΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	Δ	776	757	738	719	700	700	700	719
	Συναγωγή Τοίχου	N	719	700	700	700	700	719	759	779
	Συναγωγή Πάτωμα	Ορ.	1962	1962	1962	1962	1962	1962	1962	1962
	Συναγωγή Τζάμι	N	2196	2456	2776	3100	3360	3616	3680	3744
	Ακτινοβολία Τζάμι	N	3097	4787	6758	8307	9151	9151	8307	7040
	Εξοπλισμός	-	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
	Άνθρωποι	-	28736	28736	28736	28736	28736	28736	28736	28736
	Φώτα	-	4930	4930	4930	4930	4930	4930	4930	4930
ΣΥΝΟΛΟ			45136	47048	49320	51174	52259	52534	51794	50630
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	Δ	776	757	738	719	700	700	700	719
	Συναγωγή Τοίχου	N	779	759	759	759	759	779	819	839
	Συναγωγή Πάτωμα	Ορ.	1962	1962	1962	1962	1962	1962	1962	1962
	Συναγωγή Τζάμι	N	2196	2456	2776	3100	3360	3616	3680	3744
	Ακτινοβολία Τζάμι	N	4234	6544	9238	11355	12510	9151	11355	9623
	Εξοπλισμός	-	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
	Άνθρωποι	-	28736	28736	28736	28736	28736	28736	28736	28736
	Φώτα	-	4930	4930	4930	4930	4930	4930	4930	4930
ΣΥΝΟΛΟ			46333	48864	51859	54284	55677	52594	54902	53273

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ Q [BTU/h] ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ 1										
ΜΗΝΑΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΛΛΟΣ ΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗ ΤΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ/ ΜΟΣ	ΩΡΑ							
			9	10	11	12	13	14	15	16
ΙΟΥΝΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	A	109	109	115	120	126	129	135	137
	Συναγωγή Τοίχου	Δ	629	614	599	584	569	569	569	584
	Συναγωγή Τοίχου	B	208	208	208	202	208	208	208	215
	Συναγωγή Πάτωμα	Ορ.	1740	1740	1740	1740	1740	1740	1740	1740
	Συναγωγή Πόρτα	A	1085	1100	1023	868	1070	728	713	698
	Συναγωγή Τζάμι	Δ	549	614	694	775	840	904	920	936
	Ακτινοβολία Τζάμι	Δ	523	575	680	732	1046	1674	2354	2982
	Εξοπλισμός	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	Άνθρωποι	-	9960	9960	9960	9960	9960	9960	9960	9960
	Φώτα	-	2958	2958	2958	2958	2958	2958	2958	2958
ΣΥΝΟΛΟ			17761	17878	17977	17939	18517	18870	19557	20210
ΙΟΥΛΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	A	240	240	252	265	278	284	296	303
	Συναγωγή Τοίχου	Δ	614	599	584	569	554	554	554	569
	Συναγωγή Τοίχου	B	202	202	202	196	202	202	202	208
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	3200	3512	3980	4448	4994	5541	6009	6321
	Συναγωγή Τζάμι	A-Δ	1098	1228	1388	1550	1680	1808	1840	1872
	Ακτινοβολία Τζάμι	A	3976	3976	3557	2929	2511	2232	2023	1744
	Ακτινοβολία Τζάμι	Δ	697	767	907	976	1395	2232	3138	3975
	Εξοπλισμός	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	Άνθρωποι	-	12450	12450	12450	12450	12450	12450	12450	12450
	Φώτα	-	3451	3451	3451	3451	3451	3451	3451	3451
ΣΥΝΟΛΟ			25928	26425	26771	26834	27515	28754	29963	30893
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	A	240	240	252	265	278	284	296	303
	Συναγωγή Τοίχου	Δ	614	599	584	569	554	554	554	569
	Συναγωγή Τοίχου	B	189	189	189	183	189	189	189	196
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	2888	3200	3668	4136	4682	5229	5697	6009
	Συναγωγή Τζάμι	A-Δ	1098	1228	1388	1550	1680	1808	1840	1872
	Ακτινοβολία Τζάμι	A	3976	3976	3557	2929	2511	2232	2023	1744
	Ακτινοβολία Τζάμι	Δ	697	767	907	976	1395	2232	3138	3975
	Εξοπλισμός	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	Άνθρωποι	-	12450	12450	12450	12450	12450	12450	12450	12450
	Φώτα	-	3451	3451	3451	3451	3451	3451	3451	3451
ΣΥΝΟΛΟ			25603	26100	26446	26509	27190	28429	29638	30569

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ Q [BTU/h] ΚΥΛΙΚΕΙΟ										
ΜΗΝΑΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ/ΜΟΣ	ΩΡΑ							
			9	10	11	12	13	14	15	16
ΙΟΥΝΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	A	328	328	345	362	378	387	404	412
	Συναγωγή Τοίχου	B	382	382	382	370	382	382	382	393
	Συναγωγή Πάτωμα	Op.	452	452	452	452	452	452	452	452
	Συναγωγή Τζάμι	B	824	920	1042	1162	1260	1356	1380	1404
	Ακτινοβολία Τζάμι	B	1302	1464	1651	1767	1860	1906	1906	1837
	Εξοπλισμός	-	9300	9300	9300	9300	9300	9300	9300	9300
	Άνθρωποι	-	15316	15316	15316	15316	15316	15316	15316	15316
	Φώτα	-	1479	1479	1479	1479	1479	1479	1479	1479
ΣΥΝΟΛΟ			29383	29641	29967	30208	30427	30578	30619	30593
ΙΟΥΛΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	A	320	320	336	353	370	378	395	404
	Συναγωγή Τοίχου	B	370	370	370	359	370	370	370	382
	Συναγωγή Πάτωμα	Op.	452	452	452	452	452	452	452	452
	Συναγωγή Τζάμι	B	824	920	1042	1162	1260	1356	1380	1404
	Ακτινοβολία Τζάμι	B	1031	1160	1307	1399	1472	1509	1509	1454
	Εξοπλισμός	-	9300	9300	9300	9300	9300	9300	9300	9300
	Άνθρωποι	-	15316	15316	15316	15316	15316	15316	15316	15316
	Φώτα	-	1479	1479	1479	1479	1479	1479	1479	1479
ΣΥΝΟΛΟ			29092	29317	29602	29820	30019	30160	30201	30191
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	A	320	320	336	353	370	378	395	404
	Συναγωγή Τοίχου	B	347	347	347	336	347	347	347	359
	Συναγωγή Πάτωμα	Op.	452	452	452	452	452	452	452	452
	Συναγωγή Τζάμι	B	824	920	1042	1162	1260	1356	1380	1404
	Ακτινοβολία Τζάμι	B	949	1068	1204	1288	1356	1390	1390	1339
	Εξοπλισμός	-	9300	9300	9300	9300	9300	9300	9300	9300
	Άνθρωποι	-	15316	15316	15316	15316	15316	15316	15316	15316
	Φώτα	-	1479	1479	1479	1479	1479	1479	1479	1479
ΣΥΝΟΛΟ			28987	29202	29476	29686	29880	30018	30059	30053

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ Q [BTU/h] ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ										
ΜΗΝΑΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ/ΜΟΣ	ΩΡΑ							
			9	10	11	12	13	14	15	16
ΙΟΥΝΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	156	156	156	151	156	156	156	161
	Συναγωγή Πάτωμα	Op.	194	194	194	194	194	194	194	194
	Συναγωγή Τζάμι	B	412	460	521	581	630	678	690	702
	Ακτινοβολία τζάμι	B	651	732	825	883	930	953	953	918
	Εξοπλισμός	-	4080	4080	4080	4080	4080	4080	4080	4080
	Άνθρωποι	-	3143	3143	3143	3143	3143	3143	3143	3143
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			9129	9258	9412	9525	9626	9697	9709	9691
ΙΟΥΛΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	151	151	151	147	151	151	151	156
	Συναγωγή Πάτωμα	Op.	194	194	194	194	194	194	194	194
	Συναγωγή Τζάμι	B	412	460	521	581	630	678	690	702
	Ακτινοβολία τζάμι	B	515	580	653	700	736	755	755	727
	Εξοπλισμός	-	4080	4080	4080	4080	4080	4080	4080	4080
	Άνθρωποι	-	3143	3143	3143	3143	3143	3143	3143	3143
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			8988	9101	9235	9338	9427	9494	9500	9495
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	142	142	142	137	142	142	142	147
	Συναγωγή Πάτωμα	Op.	194	194	194	194	194	194	194	194
	Συναγωγή Τζάμι	B	412	460	521	581	630	678	690	702
	Ακτινοβολία τζάμι	B	475	534	602	644	678	695	695	670
	Εξοπλισμός	-	4080	4080	4080	4080	4080	4080	4080	4080
	Άνθρωποι	-	3143	3143	3143	3143	3143	3143	3143	3143
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			8934	9046	9175	9272	9360	9425	9437	9429

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ Q [BTU/h] ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ										
ΜΗΝΑΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ/ΜΟΣ	ΩΡΑ							
			9	10	11	12	13	14	15	16
ΙΟΥΝΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	140	140	140	135	140	140	140	144
	Συναγωγή Πάτωμα	Op.	178	178	178	178	178	178	178	178
	Συναγωγή Τζάμι	B	412	460	521	581	630	678	690	702
	Ακτινοβολία τζάμι	B	651	732	825	883	930	953	953	918
	Εξοπλισμός	-	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
	Άνθρωποι	-	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			5941	6070	6224	6337	6438	6509	6521	6502
ΙΟΥΛΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	135	135	135	131	135	135	135	140
	Συναγωγή Πάτωμα	Op.	178	178	178	178	178	178	178	178
	Συναγωγή Τζάμι	B	412	460	521	581	630	678	690	702
	Ακτινοβολία τζάμι	B	515	580	653	700	736	755	755	727
	Εξοπλισμός	-	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
	Άνθρωποι	-	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			5800	5913	6047	6150	6239	6306	6318	6307
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	127	127	127	123	127	127	127	131
	Συναγωγή Πάτωμα	Op.	178	178	178	178	178	178	178	178
	Συναγωγή Τζάμι	B	412	460	521	581	630	678	690	702
	Ακτινοβολία τζάμι	B	475	534	602	644	678	695	695	670
	Εξοπλισμός	-	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
	Άνθρωποι	-	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			5752	5859	5988	6086	6173	6238	6250	6241

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ Q [BTU/h] ΓΡΑΦΕΙΟ 1										
ΜΗΝΑΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ/ΜΟΣ	ΩΡΑ							
			9	10	11	12	13	14	15	16
ΙΟΥΝΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	140	140	140	135	140	140	140	144
	Συναγωγή Πάτωμα	Op.	178	178	178	178	178	178	178	178
	Συναγωγή Τζάμι	B	412	460	521	581	630	678	690	702
	Ακτινοβολία τζάμι	B	651	732	825	883	930	953	953	918
	Εξοπλισμός	-	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
	Άνθρωποι	-	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			5941	6070	6224	6337	6438	6509	6521	6502
ΙΟΥΛΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	135	135	135	131	135	135	135	140
	Συναγωγή Πάτωμα	Op.	178	178	178	178	178	178	178	178
	Συναγωγή Τζάμι	B	412	460	521	581	630	678	690	702
	Ακτινοβολία τζάμι	B	515	580	653	700	736	755	755	727
	Εξοπλισμός	-	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
	Άνθρωποι	-	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			5800	5913	6047	6150	6239	6306	6318	6307
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	127	127	127	123	127	127	127	131
	Συναγωγή Πάτωμα	Op.	178	178	178	178	178	178	178	178
	Συναγωγή Τζάμι	B	412	460	521	581	630	678	690	702
	Ακτινοβολία τζάμι	B	475	534	602	644	678	695	695	670
	Εξοπλισμός	-	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
	Άνθρωποι	-	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			5752	5859	5988	6086	6173	6238	6250	6241

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ Q [BTU/h] ΓΡΑΦΕΙΟ 2										
ΜΗΝΑΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ/ΜΟΣ	ΩΡΑ							
			9	10	11	12	13	14	15	16
ΙΟΥΝΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	140	140	140	135	140	140	140	144
	Συναγωγή Πάτωμα	Op.	178	178	178	178	178	178	178	178
	Συναγωγή Τζάμι	B	412	460	521	581	630	678	690	702
	Ακτινοβολία τζάμι	B	651	732	825	883	930	953	953	918
	Εξοπλισμός	-	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
	Άνθρωποι	-	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			5941	6070	6224	6337	6438	6509	6521	6502
ΙΟΥΛΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	135	135	135	131	135	135	135	140
	Συναγωγή Πάτωμα	Op.	178	178	178	178	178	178	178	178
	Συναγωγή Τζάμι	B	412	460	521	581	630	678	690	702
	Ακτινοβολία τζάμι	B	515	580	653	700	736	755	755	727
	Εξοπλισμός	-	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
	Άνθρωποι	-	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			5800	5913	6047	6150	6239	6306	6318	6307
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	127	127	127	123	127	127	127	131
	Συναγωγή Πάτωμα	Op.	178	178	178	178	178	178	178	178
	Συναγωγή Τζάμι	B	412	460	521	581	630	678	690	702
	Ακτινοβολία τζάμι	B	475	534	602	644	678	695	695	670
	Εξοπλισμός	-	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
	Άνθρωποι	-	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			5752	5859	5988	6086	6173	6238	6250	6241

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ Q [BTU/h] WC ΑΝΔΡΩΝ 1										
ΜΗΝΑΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ/ΜΟΣ	ΩΡΑ							
			9	10	11	12	13	14	15	16
ΙΟΥΝΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	150	150	150	146	150	150	150	155
	Συναγωγή Πάτωμα	Op.	161	161	161	161	161	161	161	161
	Συναγωγή Τζάμι	B	183	205	231	258	280	301	301	312
	Ακτινοβολία Τζάμι	B	289	325	367	393	413	424	424	408
	Εξοπλισμός	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	Άνθρωποι	-	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			3026	3084	3152	3201	3247	3279	3279	3279
ΙΟΥΛΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	146	146	146	141	146	146	146	150
	Συναγωγή Πάτωμα	Op.	161	161	161	161	161	161	161	161
	Συναγωγή Τζάμι	B	183	205	231	258	280	301	301	312
	Ακτινοβολία Τζάμι	B	229	258	290	311	327	335	335	323
	Εξοπλισμός	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	Άνθρωποι	-	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			2962	3013	3071	3114	3157	3186	3186	3189
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	137	137	137	132	137	137	137	141
	Συναγωγή Πάτωμα	Op.	161	161	161	161	161	161	161	161
	Συναγωγή Τζάμι	B	183	205	231	258	280	301	301	312
	Ακτινοβολία Τζάμι	B	211	237	267	286	301	309	309	298
	Εξοπλισμός	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	Άνθρωποι	-	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			2935	2983	3039	3080	3122	3151	3151	3155

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ Q [BTU/h] WC ΓΥΝΑΙΚΩΝ 1										
ΜΗΝΑΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ/ΜΟΣ	ΩΡΑ							
			9	10	11	12	13	14	15	16
ΙΟΥΝΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	150	150	150	146	150	150	150	155
	Συναγωγή Πάτωμα	Op.	161	161	161	161	161	161	161	161
	Συναγωγή Τζάμι	B	183	205	231	258	280	301	301	312
	Ακτινοβολία Τζάμι	B	289	325	367	393	413	424	424	408
	Εξοπλισμός	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	Άνθρωποι	-	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			3026	3084	3152	3201	3247	3279	3279	3279
ΙΟΥΛΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	146	146	146	141	146	146	146	150
	Συναγωγή Πάτωμα	Op.	161	161	161	161	161	161	161	161
	Συναγωγή Τζάμι	B	183	205	231	258	280	301	301	312
	Ακτινοβολία Τζάμι	B	229	258	290	311	327	335	335	323
	Εξοπλισμός	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	Άνθρωποι	-	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			2962	3013	3071	3114	3157	3186	3186	3189
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	137	137	137	132	137	137	137	141
	Συναγωγή Πάτωμα	Op.	161	161	161	161	161	161	161	161
	Συναγωγή Τζάμι	B	183	205	231	258	280	301	301	312
	Ακτινοβολία Τζάμι	B	211	237	267	286	301	309	309	298
	Εξοπλισμός	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	Άνθρωποι	-	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			2935	2983	3039	3080	3122	3151	3151	3155

Α΄ ΟΡΟΦΟΣ										
ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ Q [BTU/h]										
ΑΙΘΟΥΣΑ 3										
ΜΗΝΑΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ/ΜΟΣ	ΩΡΑ							
			9	10	11	12	13	14	15	16
ΙΟΥΝΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	A	738	738	767	814	852	870	908	927
	Συναγωγή Τοίχου	N	680	660	660	660	660	680	719	739
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	3296	3610	4080	4551	5100	5650	6121	6435
	Συναγωγή Τζάμι	N	2196	2456	2776	3100	3360	3616	3680	3744
	Ακτινοβολία Τζάμι	N	2700	4172	5890	7240	7976	7976	7240	6135
	Εξοπλισμός	-	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
	Άνθρωποι	-	28736	28736	28736	28736	28736	28736	28736	28736
	Φώτα	-	4930	4930	4930	4930	4930	4930	4930	4930
ΣΥΝΟΛΟ			45996	48022	50559	52751	54334	55178	55054	54366
ΙΟΥΛΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	A	719	719	757	795	833	852	889	908
	Συναγωγή Τοίχου	N	719	700	700	700	700	719	759	779
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	3217	3531	4002	4473	5022	5571	6042	6356
	Συναγωγή Τζάμι	N	2196	2456	2776	3100	3360	3616	3680	3744
	Ακτινοβολία Τζάμι	N	3097	4787	6758	8307	9151	9151	8307	7040
	Εξοπλισμός	-	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
	Άνθρωποι	-	28736	28736	28736	28736	28736	28736	28736	28736
	Φώτα	-	4930	4930	4930	4930	4930	4930	4930	4930
ΣΥΝΟΛΟ			46334	48759	51379	53761	55452	56295	56063	55213
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	A	719	719	757	795	833	852	889	908
	Συναγωγή Τοίχου	N	779	759	759	759	759	779	819	839
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	2903	3217	3688	4159	4708	5257	5728	6042
	Συναγωγή Τζάμι	N	2196	2456	2776	3100	3360	3616	3680	3744
	Ακτινοβολία Τζάμι	N	4234	6544	9238	11355	12510	9151	11355	9623
	Εξοπλισμός	-	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
	Άνθρωποι	-	28736	28736	28736	28736	28736	28736	28736	28736
	Φώτα	-	4930	4930	4930	4930	4930	4930	4930	4930
ΣΥΝΟΛΟ			47217	50081	53604	56554	58556	56041	58857	57542

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ Q [BTU/h] ΑΙΘΟΥΣΑ 4										
ΜΗΝΑΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΛΛΟΣ ΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗ ΤΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ/ ΜΟΣ	ΩΡΑ							
			9	10	11	12	13	14	15	16
ΙΟΥΝΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	Δ	795	776	757	738	719	719	719	738
	Συναγωγή Τοίχου	N	680	660	660	660	660	680	719	739
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	3296	3610	4080	4551	5100	5650	6121	6435
	Συναγωγή Τζάμι	N	2196	2456	2776	3100	3360	3616	3680	3744
	Ακτινοβολία Τζάμι	N	2700	4172	5890	7240	7976	7976	7240	6135
	Εξοπλισμός	-	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
	Άνθρωποι	-	28736	28736	28736	28736	28736	28736	28736	28736
	Φώτα	-	4930	4930	4930	4930	4930	4930	4930	4930
ΣΥΝΟΛΟ			46043	48060	50549	52675	54201	55027	54865	54177
ΙΟΥΛΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	Δ	776	757	738	719	700	700	700	719
	Συναγωγή Τοίχου	N	719	700	700	700	700	719	759	779
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	3217	3531	4002	4473	5022	5571	6042	6356
	Συναγωγή Τζάμι	N	2196	2456	2776	3100	3360	3616	3680	3744
	Ακτινοβολία Τζάμι	N	3097	4787	6758	8307	9151	9151	8307	7040
	Εξοπλισμός	-	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
	Άνθρωποι	-	28736	28736	28736	28736	28736	28736	28736	28736
	Φώτα	-	4930	4930	4930	4930	4930	4930	4930	4930
ΣΥΝΟΛΟ			46391	48617	51360	53685	55319	56143	55874	55024
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	Δ	776	757	738	719	700	700	700	719
	Συναγωγή Τοίχου	N	779	759	759	759	759	779	819	839
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	2903	3217	3688	4159	4708	5257	5728	6042
	Συναγωγή Τζάμι	N	2196	2456	2776	3100	3360	3616	3680	3744
	Ακτινοβολία Τζάμι	N	4234	6544	9238	11355	12510	9151	11355	9623
	Εξοπλισμός	-	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
	Άνθρωποι	-	28736	28736	28736	28736	28736	28736	28736	28736
	Φώτα	-	4930	4930	4930	4930	4930	4930	4930	4930
ΣΥΝΟΛΟ			47274	50119	53585	56478	58423	55889	58668	57353

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ Q [BTU/h] ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ 2										
ΜΗΝΑΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ/ΜΟΣ	ΩΡΑ							
			9	10	11	12	13	14	15	16
ΙΟΥΝΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	A	246	246	259	271	284	290	303	309
	Συναγωγή Τοίχου	Δ	629	614	599	584	569	569	569	584
	Συναγωγή Τοίχου	B	208	208	208	202	208	208	208	215
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	3278	3590	4058	4527	4839	5619	6087	6400
	Συναγωγή Τζάμι	A-Δ	1098	1228	1388	1550	1680	1808	1840	1872
	Ακτινοβολία Τζάμι	A	3976	3976	3557	2929	2511	2232	2023	1744
	Ακτινοβολία Τζάμι	Δ	697	767	907	976	1395	2232	3138	3975
	Εξοπλισμός	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	Άνθρωποι	-	12450	12450	12450	12450	12450	12450	12450	12450
	Φώτα	-	3451	3451	3451	3451	3451	3451	3451	3451
ΣΥΝΟΛΟ			26033	26530	26877	26940	27387	28859	30069	3100
ΙΟΥΛΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	A	240	240	252	265	278	284	296	303
	Συναγωγή Τοίχου	Δ	614	599	584	569	554	554	554	569
	Συναγωγή Τοίχου	B	202	202	202	196	202	202	202	208
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	3200	3512	3980	4448	4994	5541	6009	6321
	Συναγωγή Τζάμι	A-Δ	1098	1228	1388	1550	1680	1808	1840	1872
	Ακτινοβολία Τζάμι	A	3976	3976	3557	2929	2511	2232	2023	1744
	Ακτινοβολία Τζάμι	Δ	697	767	907	976	1395	2232	3138	3975
	Εξοπλισμός	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	Άνθρωποι	-	12450	12450	12450	12450	12450	12450	12450	12450
	Φώτα	-	3451	3451	3451	3451	3451	3451	3451	3451
ΣΥΝΟΛΟ			25928	26425	26771	26834	27515	28754	29963	30893
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	A	240	240	252	265	278	284	296	303
	Συναγωγή Τοίχου	Δ	614	599	584	569	554	554	554	569
	Συναγωγή Τοίχου	B	189	189	189	183	189	189	189	196
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	2888	3200	3668	4136	4682	5229	5697	6009
	Συναγωγή Τζάμι	A-Δ	1098	1228	1388	1550	1680	1808	1840	1872
	Ακτινοβολία Τζάμι	A	3976	3976	3557	2929	2511	2232	2023	1744
	Ακτινοβολία Τζάμι	Δ	697	767	907	976	1395	2232	3138	3975
	Εξοπλισμός	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	Άνθρωποι	-	12450	12450	12450	12450	12450	12450	12450	12450
	Φώτα	-	3451	3451	3451	3451	3451	3451	3451	3451
ΣΥΝΟΛΟ			25603	26100	26446	26509	27190	28429	29638	30569

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ Q [BTU/h] ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ										
ΜΗΝΑΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΛΛΟΣ ΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗ ΤΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ/ ΜΟΣ	ΩΡΑ							
			9	10	11	12	13	14	15	16
ΙΟΥΝΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	A	328	328	345	362	378	387	404	412
	Συναγωγή Τοίχου	B	382	382	382	370	382	382	382	393
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	760	832	940	1049	1175	1302	1410	1483
	Συναγωγή Τζάμι	B	824	920	1042	1162	1260	1356	1380	1404
	Ακτινοβολία Τζάμι	B	1302	1464	1651	1767	1860	1906	1906	1837
	Εξοπλισμός	-	4080	4080	4080	4080	4080	4080	4080	4080
	Άνθρωποι	-	10450	10450	10450	10450	10450	10450	10450	10450
Φώτα	-	1479	1479	1479	1479	1479	1479	1479	1479	
ΣΥΝΟΛΟ			19605	19935	20369	20719	21064	21342	21491	21538
ΙΟΥΛΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	A	320	320	336	353	370	378	395	404
	Συναγωγή Τοίχου	B	370	370	370	359	370	370	370	382
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	741	814	922	1031	1157	1284	1392	1465
	Συναγωγή Τζάμι	B	824	920	1042	1162	1260	1356	1380	1404
	Ακτινοβολία Τζάμι	B	1031	1160	1307	1399	1472	1509	1509	1454
	Εξοπλισμός	-	4080	4080	4080	4080	4080	4080	4080	4080
	Άνθρωποι	-	10450	10450	10450	10450	10450	10450	10450	10450
Φώτα	-	1479	1479	1479	1479	1479	1479	1479	1479	
ΣΥΝΟΛΟ			19295	19593	19986	20313	20638	20906	21055	21118
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	A	320	320	336	353	370	378	395	404
	Συναγωγή Τοίχου	B	347	347	347	336	347	347	347	359
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	669	741	850	958	1085	1212	1320	1392
	Συναγωγή Τζάμι	B	824	920	1042	1162	1260	1356	1380	1404
	Ακτινοβολία Τζάμι	B	949	1068	1204	1288	1356	1390	1390	1339
	Εξοπλισμός	-	4080	4080	4080	4080	4080	4080	4080	4080
	Άνθρωποι	-	10450	10450	10450	10450	10450	10450	10450	10450
Φώτα	-	1479	1479	1479	1479	1479	1479	1479	1479	
ΣΥΝΟΛΟ			19118	19405	19788	20106	20427	20692	20841	20907

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ Q [BTU/h] ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑΣΕΩΝ										
ΜΗΝΑΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ/ΜΟΣ	ΩΡΑ							
			9	10	11	12	13	14	15	16
ΙΟΥΝΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	453	453	453	439	453	453	453	466
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	924	1012	114	1276	1431	1585	1717	1805
	Συναγωγή Τζάμι	B	1098	1228	1388	1550	1680	1808	1840	1872
	Ακτινοβολία Τζάμι	B	1736	1953	2202	2357	2480	2543	2543	2450
	Εξοπλισμός	-	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
	Άνθρωποι	-	8750	8750	8750	8750	8750	8750	8750	8750
	Φώτα	-	1972	1972	1972	1972	1972	1972	1972	1972
ΣΥΝΟΛΟ			17653	18088	17599	19064	19486	19831	19995	20035
ΙΟΥΛΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	439	439	439	425	439	439	439	453
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	902	990	1122	1255	1409	1563	1695	1783
	Συναγωγή Τζάμι	B	1098	1228	1388	1550	1680	1808	1840	1872
	Ακτινοβολία Τζάμι	B	1375	1547	1743	1866	1964	2013	2013	1939
	Εξοπλισμός	-	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
	Άνθρωποι	-	8750	8750	8750	8750	8750	8750	8750	8750
	Φώτα	-	1972	1972	1972	1972	1972	1972	1972	1972
ΣΥΝΟΛΟ			17256	17646	18134	18538	18934	19265	19429	19489
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	412	412	412	398	412	412	412	425
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	814	902	1034	1166	1321	1975	1607	1695
	Συναγωγή Τζάμι	B	1098	1228	1388	1550	1680	1808	1840	1872
	Ακτινοβολία Τζάμι	B	1266	1424	1605	1718	1809	1854	1854	1786
	Εξοπλισμός	-	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
	Άνθρωποι	-	8750	8750	8750	8750	8750	8750	8750	8750
	Φώτα	-	1972	1972	1972	1972	1972	1972	1972	1972
ΣΥΝΟΛΟ			17032	17408	17881	18274	18664	19491	19155	19220

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ Q [BTU/h] ΑΠΟΘΗΚΗ										
ΜΗΝΑΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ/ΜΟΣ	ΩΡΑ							
			9	10	11	12	13	14	15	16
ΙΟΥΝΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	156	156	156	151	156	156	156	161
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	326	356	403	450	504	558	605	635
	Συναγωγή Τζάμι	B	412	460	521	581	630	678	690	702
	Ακτινοβολία Τζάμι	B	651	732	825	883	930	953	953	918
	Εξοπλισμός	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	Άνθρωποι	-	1641	1641	1641	1641	1641	1641	1641	1641
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			3679	3838	4039	4199	4354	4479	4538	4550
ΙΟΥΛΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	151	151	151	147	151	151	151	156
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	318	349	395	442	496	550	597	628
	Συναγωγή Τζάμι	B	412	460	521	581	630	678	690	702
	Ακτινοβολία Τζάμι	B	515	580	653	699	736	755	755	727
	Εξοπλισμός	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	Άνθρωποι	-	1641	1641	1641	1641	1641	1641	1641	1641
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			3530	3674	3854	4003	4147	4268	4327	4347
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	142	142	142	137	142	142	142	147
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	287	318	364	411	465	519	566	597
	Συναγωγή Τζάμι	B	412	460	521	581	630	678	690	702
	Ακτινοβολία Τζάμι	B	475	534	602	644	678	695	695	670
	Εξοπλισμός	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	Άνθρωποι	-	1641	1641	1641	1641	1641	1641	1641	1641
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			3450	3588	3763	3907	4049	4168	4227	4250

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ Q [BTU/h] WC ΑΝΔΡΩΝ 2										
ΜΗΝΑΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ- ΜΟΣ	ΩΡΑ							
			9	10	11	12	13	14	15	16
ΙΟΥΝΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	150	150	150	146	150	150	150	155
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	271	297	336	375	420	465	504	530
	Συναγωγή Τζάμι	B	183	205	231	258	280	301	301	312
	Ακτινοβολία Τζάμι	B	289	325	367	393	413	424	424	408
	Εξοπλισμός	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	Άνθρωποι	-	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			3136	3220	3327	3415	3506	3583	3622	3648
ΙΟΥΛΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	146	146	146	141	146	146	146	150
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	245	291	329	368	413	459	497	523
	Συναγωγή Τζάμι	B	183	205	231	258	280	301	301	312
	Ακτινοβολία Τζάμι	B	229	258	290	311	327	335	335	323
	Εξοπλισμός	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	Άνθρωποι	-	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			3046	3143	3239	3321	3409	3484	3522	3551
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	137	137	137	132	137	137	137	141
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	239	265	304	342	387	433	471	497
	Συναγωγή Τζάμι	B	183	205	231	258	280	301	301	312
	Ακτινοβολία Τζάμι	B	211	237	267	286	301	309	309	298
	Εξοπλισμός	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	Άνθρωποι	-	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			3013	3087	3182	3261	3348	3423	3461	3491

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ Q [BTU/h] WC ΓΥΝΑΙΚΩΝ 2										
ΜΗΝΑΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ/ΜΟΣ	ΩΡΑ							
			9	10	11	12	13	14	15	16
ΙΟΥΝΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	150	150	150	146	150	150	150	155
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	271	297	336	375	420	465	504	530
	Συναγωγή Τζάμι	B	183	205	231	258	280	301	301	312
	Ακτινοβολία Τζάμι	B	289	325	367	393	413	424	424	408
	Εξοπλισμός	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	Άνθρωποι	-	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			3136	3220	3327	3415	3506	3583	3622	3648
ΙΟΥΛΙΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	146	146	146	141	146	146	146	150
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	245	291	329	368	413	459	497	523
	Συναγωγή Τζάμι	B	183	205	231	258	280	301	301	312
	Ακτινοβολία Τζάμι	B	229	258	290	311	327	335	335	323
	Εξοπλισμός	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	Άνθρωποι	-	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			3046	3143	3239	3321	3409	3484	3522	3551
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Συναγωγή Τοίχου	B	137	137	137	132	137	137	137	141
	Συναγωγή Οροφής	Ορ.	239	265	304	342	387	433	471	497
	Συναγωγή Τζάμι	B	183	205	231	258	280	301	301	312
	Ακτινοβολία Τζάμι	B	211	237	267	286	301	309	309	298
	Εξοπλισμός	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	Άνθρωποι	-	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
	Φώτα	-	493	493	493	493	493	493	493	493
ΣΥΝΟΛΟ			3013	3087	3182	3261	3348	3423	3461	3491

Πίνακας 4										
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΚΤΙΡΙΟΥ Q [BTU/h]										
ΜΗΝΑΣ	ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΠΡΟΣΑΝ/ΜΟΣ	ΩΡΑ							
			9	10	11	12	13	14	15	16
ΙΟΥΝΙΟΣ	Αίθουσα 1	NA	45620	47332	49399	51091	52154	52448	51853	50880
	Αίθουσα 2	NA	44719	46412	48431	50086	51063	51339	50706	49704
	Διάδρομος 1	A	17761	17878	17977	17939	18519	18870	19557	20210
	Κυλικείο	BA	29383	29641	29967	30208	30427	30578	30619	30593
	Γραμματεία	B	9129	9258	9412	9525	9626	9697	9709	9691
	Γραφείο Διευθυντή	B	5941	6070	6224	6337	6438	6509	6521	6502
	Γραφείο 1	B	5941	6070	6224	6337	6438	6509	6521	6502
	Γραφείο 2	B	5941	6070	6224	6337	6438	6509	6521	6502
	WC Ανδρών 1	B	3026	3084	3152	3201	3247	3279	3279	3279
	WC Γυναικών 1	B	3026	3084	3152	3201	3247	3279	3279	3279
	Αίθουσα 3	NA	45996	48022	50559	52751	54334	55178	55054	54366
	Αίθουσα 4	NA	46053	48060	50549	52675	54201	55027	54865	54177
	Διάδρομος 2	A	26033	26530	26877	26940	27387	28859	30069	3100
	Βιβλιοθήκη	BA	19605	19935	20369	20719	21064	21342	21491	21538
	Αίθουσα Συνεδριάσεων	B	17653	18088	17599	19064	19486	19831	19995	20035
	Αποθήκη	B	3679	3838	4039	4199	4354	4479	4538	4550
	WC Ανδρών 2	B	3136	3220	3327	3415	3506	3583	3622	3648
WC Γυναικών 2	B	3136	3220	3327	3415	3506	3583	3622	3648	
ΣΥΝΟΛΟ			335778	345812	356808	367440	375435	380899	381821	352204
ΙΟΥΛΙΟΣ	Αίθουσα 1	NA	46008	47939	50268	52150	53321	53615	52912	51777
	Αίθουσα 2	NA	45136	47048	49320	51174	52259	52534	51794	50630
	Διάδρομος 1	A	25928	26425	26771	26834	27515	28754	29963	30893
	Κυλικείο	BA	29092	29317	29602	29820	30019	30160	30201	30191
	Γραμματεία	B	8988	9101	9235	9338	9427	9494	9500	9495
	Γραφείο Διευθυντή	B	5800	5913	6047	6150	6239	6306	6318	6307
	Γραφείο 1	B	5800	5913	6047	6150	6239	6306	6318	6307
	Γραφείο 2	B	5800	5913	6047	6150	6239	6306	6318	6307
	WC Ανδρών 1	B	2962	3013	3071	3114	3157	3186	3186	3189
	WC Γυναικών 1	B	2962	3013	3071	3114	3157	3186	3186	3189
	Αίθουσα 3	NA	46334	48759	51379	53761	55452	56295	56063	55213
	Αίθουσα 4	NA	46391	48617	51360	53685	55319	56143	55874	55024
	Διάδρομος 2	A	25928	26425	26771	26834	27515	28754	29963	30893
	Βιβλιοθήκη	BA	19295	19593	19986	20313	20638	20906	21055	21118
	Αίθουσα Συνεδριάσεων	B	17256	17646	18134	18538	18934	19265	19429	19489
	Αποθήκη	B	3530	3674	3854	4003	4147	4268	4327	4347
	WC Ανδρών 2	B	3046	3143	3239	3321	3409	3484	3522	3551
WC Γυναικών 2	B	3046	3143	3239	3321	3409	3484	3522	3551	
ΣΥΝΟΛΟ			343302	354595	367441	377770	386395	392446	393451	391471

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΚΤΙΡΙΟΥ Q [BTU/h]										
ΜΗΝΑΣ	ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΠΡΟΣΑΝ/ΜΟΣ	ΩΡΑ							
			9	10	11	12	13	14	15	16
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Αίθουσα 1	NA	47147	49697	52749	55199	56681	53617	55962	54362
	Αίθουσα 2	NΔ	46333	48864	51859	54284	55677	52594	54902	53273
	Διάδρομος 1	A	25603	26100	26446	26509	27190	28429	29638	30569
	Κυλικείο	BA	28987	29202	29476	29686	29880	30018	30059	30053
	Γραμματεία	B	8934	9046	9175	9272	9360	9425	9437	9429
	Γραφείο Διευθυντή	B	5752	5859	5988	6086	6173	6238	6250	6241
	Γραφείο 1	B	5752	5859	5988	6086	6173	6238	6250	6241
	Γραφείο 2	B	5752	5859	5988	6086	6173	6238	6250	6241
	WC Ανδρών 1	B	2935	2983	3039	3080	3122	3151	3151	3155
	WC Γυναικών 1	B	2935	2983	3039	3080	3122	3151	3151	3155
	Αίθουσα 3	NA	47217	50081	53604	56554	58556	56041	58857	57542
	Αίθουσα 4	NΔ	47274	50119	53585	56478	58423	55889	58668	57353
	Διάδρομος 2	A	25603	26100	26446	26509	27190	28429	29638	30569
	Βιβλιοθήκη	BA	19118	19405	19788	20106	20427	20692	20841	20907
	Αίθουσα Συνεδριάσεων	B	17032	17408	17881	18274	18664	19491	19155	19220
	Αποθήκη	B	3450	3588	3763	3907	4049	4168	4227	4250
	WC Ανδρών 2	B	3013	3087	3182	3261	3348	3423	3461	3491
WC Γυναικών 2	B	3013	3087	3182	3261	3348	3423	3461	3491	
ΣΥΝΟΛΟ			345850	359327	375178	387718	397556	390655	403358	399542

**ΤΟ ΜΕΓΙΣΤΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΕΜΦΑΝΙΖΕΤΑΙ ΤΗΝ 21^h
ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΚΑΙ ΕΙΝΑΙ $Q_{\psi}=403358\text{BTU/h}$**

Πίνακας 5						
Αεραγωγός απαγωγής						
	Τμήμα	Παροχή (CFM)	Ταχύτητα (FPM)	Απώλεια τριβής (in. w.) προς 100ft	Διάμετρος Κυκλικού Αγωγού (in)	Μέγεθος Ορθογώνιου Αγωγού (in)
ΥΠΟΓΕΙΟ	1-2	12765	984	0,022	48	30x68
	2-3	3318	700	0,022	29,8	20x38
ΙΣΟΓΕΙΟ	3-4	1106	530	0,022	19,8	14x24
	4-5	553	450	0,022	15	14x14
	3-6	2212	620	0,022	25,9	14x44
	6-7	1659	590	0,022	23	14x34
	7-8	1106	530	0,022	19,8	14x24
	8-9	553	450	0,022	15	14x14
	2-10	2894	680	0,022	28	22x30
	10-11	1450	580	0,022	22	14x30
	11-12	1160	520	0,022	19,8	13x26
	12-13	870	500	0,022	18	13x22
	13-14	580	450	0,022	15,3	11x18
	14-15	290	380	0,022	11,8	11x11
	10-16	1444	580	0,022	22	14x30
	16-17	838	495	0,022	17,5	14x19
	16-18	606	460	0,022	15,8	10x22
	18-19	444	420	0,022	13,9	8x22
	19-20	296	385	0,022	11,9	8x15
	20-21	148	320	0,022	9,3	8x9
ΑΪΟΡΟΦΟΣ	2-22	6543	820	0,022	38	30x42
	22-23	3318	700	0,022	29,8	19x42
	23-24	1106	530	0,022	19,8	14x24
	24-25	553	450	0,022	15	14x14
	23-26	2212	630	0,022	25,8	14x44
	26-27	1659	600	0,022	23	14x34
	27-28	1106	530	0,022	19,8	14x24
	28-29	553	450	0,022	15	14x14
	22-30	3225	780	0,022	28	22x30
	30-31	1620	590	0,022	23	15x30
	31-32	1296	620	0,022	21	15x26
	32-33	972	510	0,022	18,5	14x22
	33-34	648	470	0,022	16	11x20
	34-35	324	395	0,022	12,5	11x12
	30-36	1605	595	0,022	23	15x30
36-37	856	500	0,022	16,8	13x19	
37-38	107	295	0,022	8,2	7x8	

Αεραγωγός προσαγωγής							
ΟΡΟΦΟΣ	Τμήμα	Παροχή (CFM)	Ταχύτητα (FPM)	Απώλεια τριβής (in. w.) προς 100ft	Διάμετρος Κυκλικού Αγωγού (in)	Μέγεθος Ορθογώνιου Αγωγού (in)	
ΥΠΟΓΕΙΟ	1-2	14950	1181	0,026	48	30x68	
	2-3	3800	800	0,026	30	24x32	
ΙΣΟΓΕΙΟ	3-4	254	401	0,026	11	8x13	
	3-5	3546	795	0,026	29	24x30	
	5-6	3292	780	0,026	28	24x28	
	6-7	1016	580	0,026	18,4	11x28	
	7-8	762	530	0,026	16,3	10x24	
	8-9	508	480	0,026	14,1	10x17	
	9-10	254	401	0,026	11	10x11	
	6-11	2276	690	0,026	24	20x24	
	11-12	756	520	0,026	16,1	14x16	
	12-13	378	450	0,026	12,5	10x16	
	11-14	1520	620	0,026	21,1	16x24	
	14-15	1364	600	0,026	20	15x24	
	15-16	1208	590	0,026	19,8	15x22	
	16-17	1052	580	0,026	18,4	15x20	
	17-18	882	540	0,026	17,2	14x18	
	18-19	441	460	0,026	13,5	10x16	
	2-20	3492	780	0,026	29	18x43	
	20-21	291	410	0,026	11,5	8x14	
	20-22	1455	620	0,026	21	13x30	
	22-23	1164	590	0,026	18,9	11x30	
	23-24	873	535	0,026	17	11x24	
	24-25	582	495	0,026	14,7	11x17	
	25-26	291	410	0,026	11,5	8x14	
	20-27	1746	650	0,026	22	14x30	
	27-28	291	410	0,026	11,5	8x14	
	27-29	1455	620	0,026	21	13x30	
	29-30	1164	590	0,026	18,9	11x30	
	30-31	873	535	0,026	17	11x24	
	31-32	582	495	0,026	14,7	11x27	
	32-33	291	410	0,026	11,5	8x14	
	Α' ΟΡΟΦΟΣ	2-35	7651	920	0,026	38,9	30x43
		35-36	4159	810	0,026	31	24x34
36-37		284	410	0,026	11,5	8x14	
36-38		3865	798	0,026	30	24x32	
38-39		3581	790	0,026	29,4	26x30	
39-40		1136	595	0,026	19	11x30	
40-41		852	540	0,026	17	11x24	
41-42		568	490	0,026	14,8	11x17	
42-43		284	410	0,026	11,5	8x14	
39-44		2445	700	0,026	25,5	20x28	
44-45		756	520	0,026	16,1	14x16	
45-46		378	450	0,026	12,5	10x16	
44-47		1689	650	0,026	22	17x24	
47-48		1576	590	0,026	18,5	13x22	
48-49	1182	595	0,026	17,6	13x20		

ΟΡΟΦΟΣ	Τμήμα	Παροχή (CFM)	Ταχύτητα (FPM)	Απώλεια τριβής (in. w.) προς 100ft	Διάμετρος Κυκλικού Αγωγού (in)	Μέγεθος Ορθογώνιου Αγωγού (in)
Α' ΟΡΟΦΟΣ	49-50	788	520	0,026	16,5	13x18
	50-51	394	450	0,026	12,8	9 x 16
	35-52	3492	780	0,026	29	18x43
	52-53	291	410	0,026	11,5	8x14
	52-54	1455	620	0,026	21	13x30
	54-55	1164	590	0,026	18,2	11x30
	55-56	873	535	0,026	17	11x24
	56-57	582	495	0,026	14,7	11x17
	57-58	291	410	0,026	11,5	8x14
	52-59	1746	650	0,026	22	14x30
	59-60	291	410	0,026	11,5	8x14
	59-61	1455	620	0,026	21	13x30
	61-62	1164	590	0,026	18,2	11x30
	62-63	873	535	0,026	17	11x24
	63-64	582	495	0,026	14,7	11x17
	64-65	291	410	0,026	11,5	8x14

Πίνακας 6									
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΗΣ ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΠΙΕΣΗΣ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ									
Τμήμα	Τεμάχιο	Παροχή (CFM)	Μέγεθος ορθογωνικού αγωγού (in)	Ισοδύναμη διάμετρος κυκλικού αγωγού (in)	Ταχύτητα V (FPM)	Απώλεια τριβής/100ft R (in.w.)	Μήκος L (ft)	Συντελεστής απωλειών C	Απώλεια πίεσης H _L (in.w)
Στόμιο	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1181
A-B	Αγωγός	8417	30x56	44,3	722	0,013	38,6	-	0,0050
A-B	Γωνία α	-	-	-	-	-	-	0,165	0,0054
A-B	Γωνία β	-	-	-	-	-	-	0,240	0,0078
B	Συγκλίνοσα διάταξη	-	-	-	-	-	-	0,060	0,0200
B-Γ	Αγωγός	8417	29,5x29,5	32,5	1394	0,062	3,28	-	0,0020
Γ-Δ	Κ.Κ.Μ.	-	-	-	-	-	-	-	2,4800
Δ-1	Αγωγός	14950	44,48x44,48	50,2	1089	0,024	1,0	-	0,00024
1	Αποκλίνοσα διάταξη	-	-	-	-	-	-	0,052	0,0142
1-2	Αγωγός	14950	30x68	48,4	1056	0,023	58,57	-	0,0135
1-2	Γωνία α	-	-	-	-	-	-	0,160	0,0422
1-2	Γωνία β	-	-	-	-	-	-	0,160	0,0422
1-2	Γωνία γ	-	-	-	-	-	-	0,210	0,0554
1-2	Γωνία δ	-	-	-	-	-	-	0,160	0,0422
2	Συγκλίνοσα διάταξη	-	-	-	-	-	-	0,055	0,0118
2-35	Αγωγός	7651	30x43	39	855	0,022	13,78	-	0,0030
35	Γωνία	-	-	-	-	-	-	1,00	0,0264
35-52	Αγωγός	3492	18x43	39	650	0,018	9	-	0,0016
52	Συγκλίνοσα διάταξη	-	-	-	-	-	-	0,058	0,0013
52-59	Αγωγός	1746	14x30	22	599	0,022	14,76	-	0,0032
59	Γωνία	-	-	-	-	-	-	1,3	0,0235
59-61	Αγωγός	1455	13x30	21,1	538	0,018	9,5	-	0,0017
61	Συγκλίνοσα διάταξη	-	-	-	-	-	-	0,051	0,0008
61-62	Αγωγός	1164	11x30	19,3	508	0,02	13,12	-	0,0026
62	Συγκλίνοσα διάταξη	-	-	-	-	-	-	0,052	0,0007
62-63	Αγωγός	873	11x24	17,5	476	0,018	13,5	-	0,0024
63	Συγκλίνοσα διάταξη	-	-	-	-	-	-	0,054	0,0007
63-64	Αγωγός	582	11x17	14,9	448	0,021	13,12	-	0,0027
64	Συγκλίνοσα διάταξη	-	-	-	-	-	-	0,056	0,0005
64-65	Αγωγός	291	8x14	11,5	374	0,02	12,13	-	0,0024
65	Στόμιο	-	-	-	-	-	-	-	0,0681
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ = 3,00in.w									

Πίνακας 7: Πτώση πίεσης εξαρτημάτων Κ.Κ.Μ.

A/A	ΕΞΑΡΤΗΜΑ	ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ (in.w)
1	Πρόφιλτρο	0,3150
2	Σακόφιλτρο	0,5900
4	Προθερμαντικό	0,3150
5	Ψυκτικό	0,4720
6	Υγραντήρας	0,3930
7	Μεταθερμαντικό	0,3150
8	Πολύφυλλο διάφραγμα	0,1960
Σύνολο=		2,4800

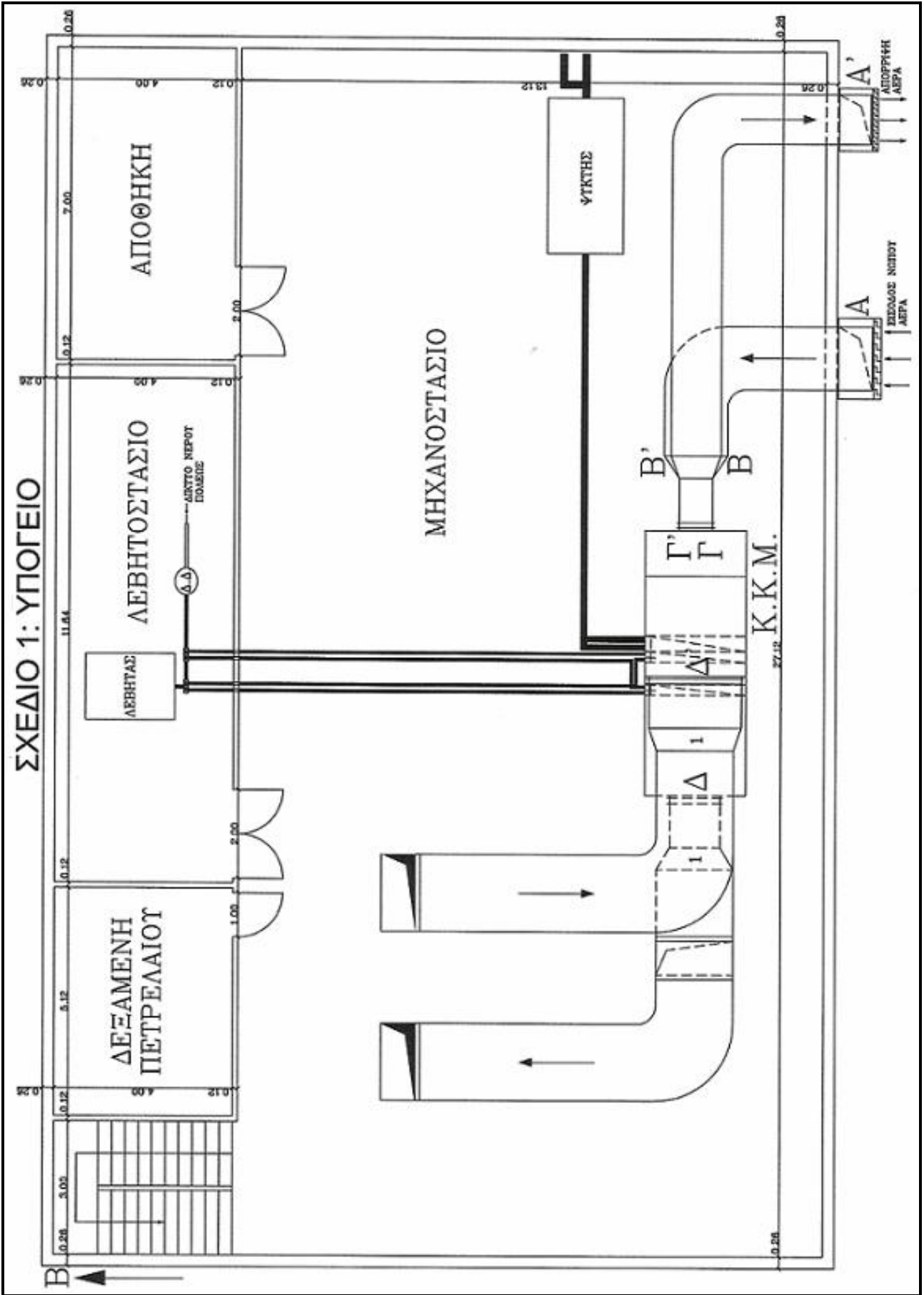
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΗΣ ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΠΙΕΣΗΣ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΑΠΑΓΩΓΗΣ									
Τμήμα	Τεμάχιο	Παροχή (CFM)	Μέγεθος ορθογωνικού αγωγού (in)	Ισοδύναμη διάμετρος κυκλικού αγωγού (in)	Ταχύτητα (FPM)	Απώλεια τριβής/100ft (in.w.)	Μήκος (ft)	Συντελεστής απωλειών v C	Απώλεια πίεσης (in.w)
Στόμιο	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1181
A'-B'	Αγωγός	6337	28x44	38,1	741	0,018	49,1	-	0,0088
A'-B'	Γωνία α	-	-	-	-	-	-	0,160	0,0055
A'-B'	Γωνία β	-	-	-	-	-	-	0,225	0,0077
B'	Αποκλίνουσα διάταξη	-	-	-	-	-	-	0,210	0,0144
B'-Γ'	Αγωγός	6337	29,5x29,5	32,5	1049	0,041	3,28	-	0,0013
Γ'-Δ'	Πολύφυλλο διάφραγμα	-	-	-	-	-	-	-	0,1968
Δ'-1	Αγωγός	12765	81,5x81,5	-	277	-	1,0	-	-
1	Αποκλίνουσα διάταξη	-	-	-	-	-	-	0,485	0,0246
1-2	Αγωγός	12765	30x68	48,4	902	0,019	43,3	-	0,0082
1-2	Γωνία α	-	-	-	-	-	-	0,21	0,0106
1-2	Γωνία β	-	-	-	-	-	-	0,16	0,0081
2	Αποκλίνουσα διάταξη	-	-	-	-	-	-	0,23	0,0080
2-22	Αγωγός	6543	30x42	38,6	748	0,017	13,78	-	0,0023
22	Γωνία	-	-	-	-	-	-	1,1	0,0233
22-30	Αγωγός	3225	19x42	30,4	582	0,013	70	-	0,0091
22-30	Γωνία	-	-	-	-	-	-	1,25	0,0264
30	Γωνία	-	-	-	-	-	-	1,31	0,0022
30-31	Αγωγός	1620	15x30	22,9	519	0,017	14,76	-	0,0025
31	Αποκλίνουσα διάταξη	-	-	-	-	-	-	0,1725	0,0025
31-32	Αγωγός	1296	15x26	21,4	479	0,014	13,12	-	0,0018
32	Αποκλίνουσα διάταξη	-	-	-	-	-	-	0,1875	0,0024
32-33	Αγωγός	972	14x22	19,1	455	0,016	13,12	-	0,0021
33	Αποκλίνουσα διάταξη	-	-	-	-	-	-	0,21	0,0023
33-34	Αγωγός	648	11x20	15,9	424	0,018	13,12	-	0,0024
34	Αποκλίνουσα διάταξη	-	-	-	-	-	-	0,24	0,0018
34-35	Αγωγός	324	11x12	12,5	354	0,016	12,3	-	0,0020
35	Στόμιο	-	-	-	-	-	-	-	0,0999

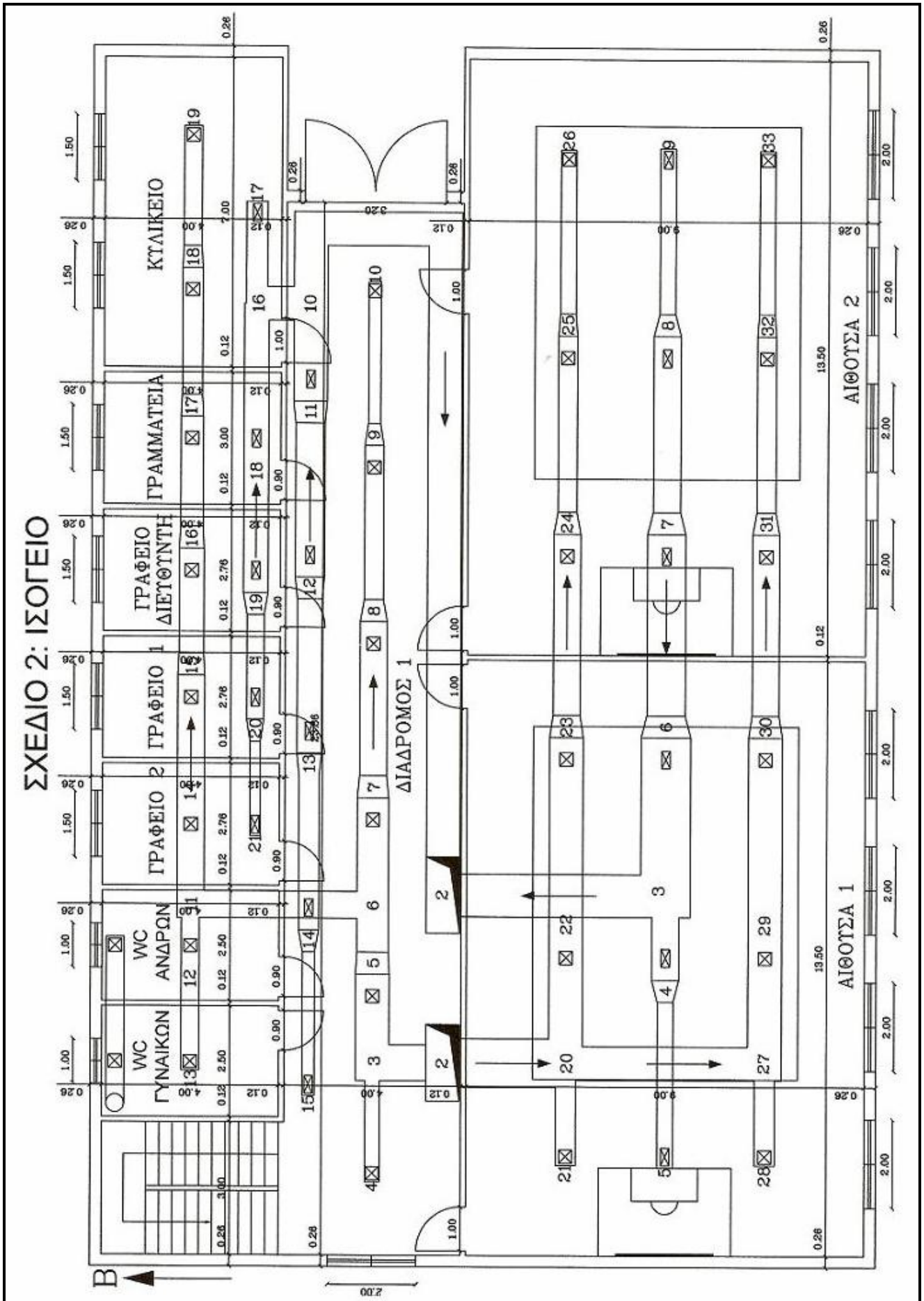
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ = 0,59 in.w

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

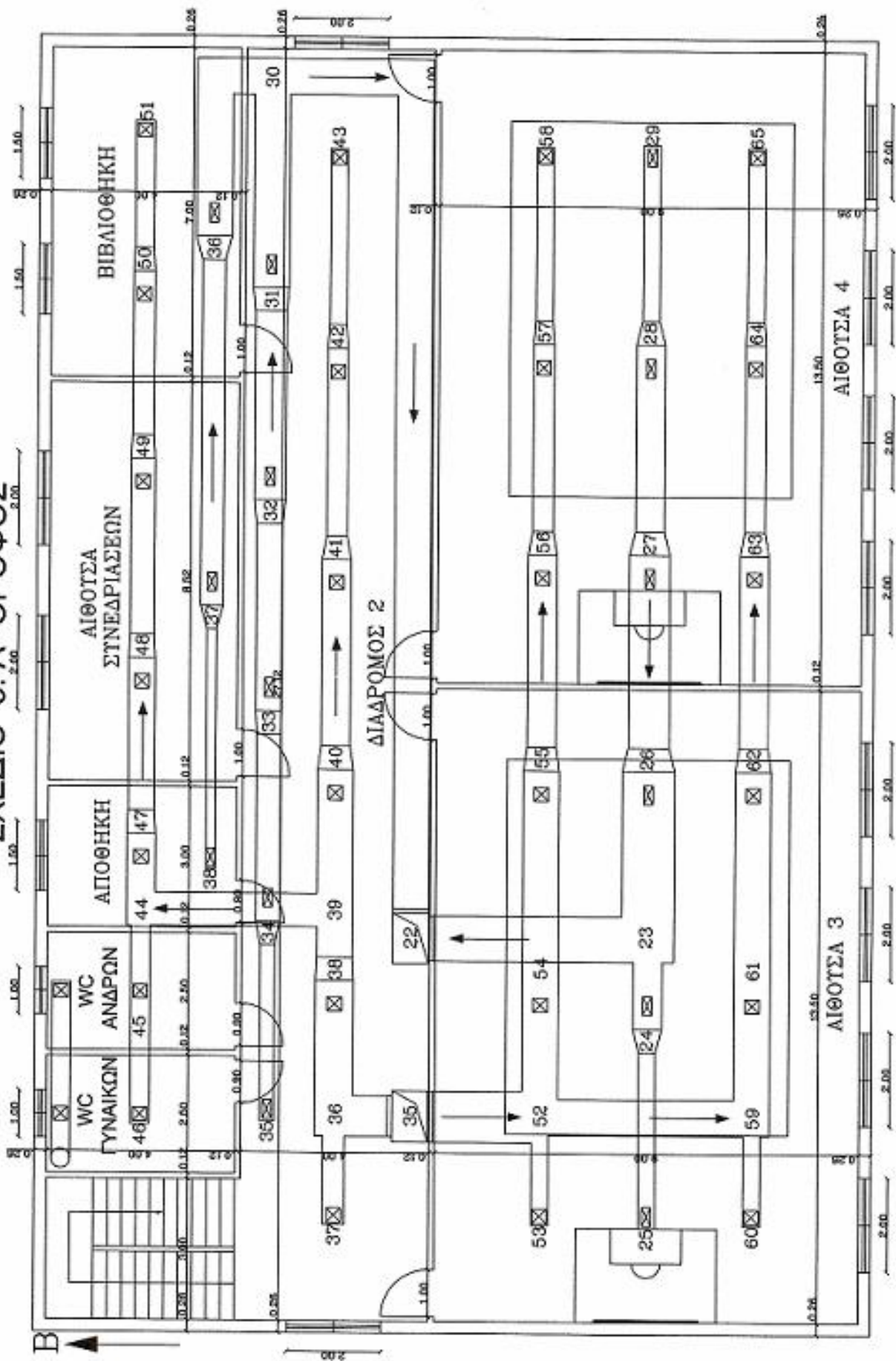
ΣΧΕΔΙΑ

ΣΧΕΔΙΟ 1: ΥΠΟΓΕΙΟ

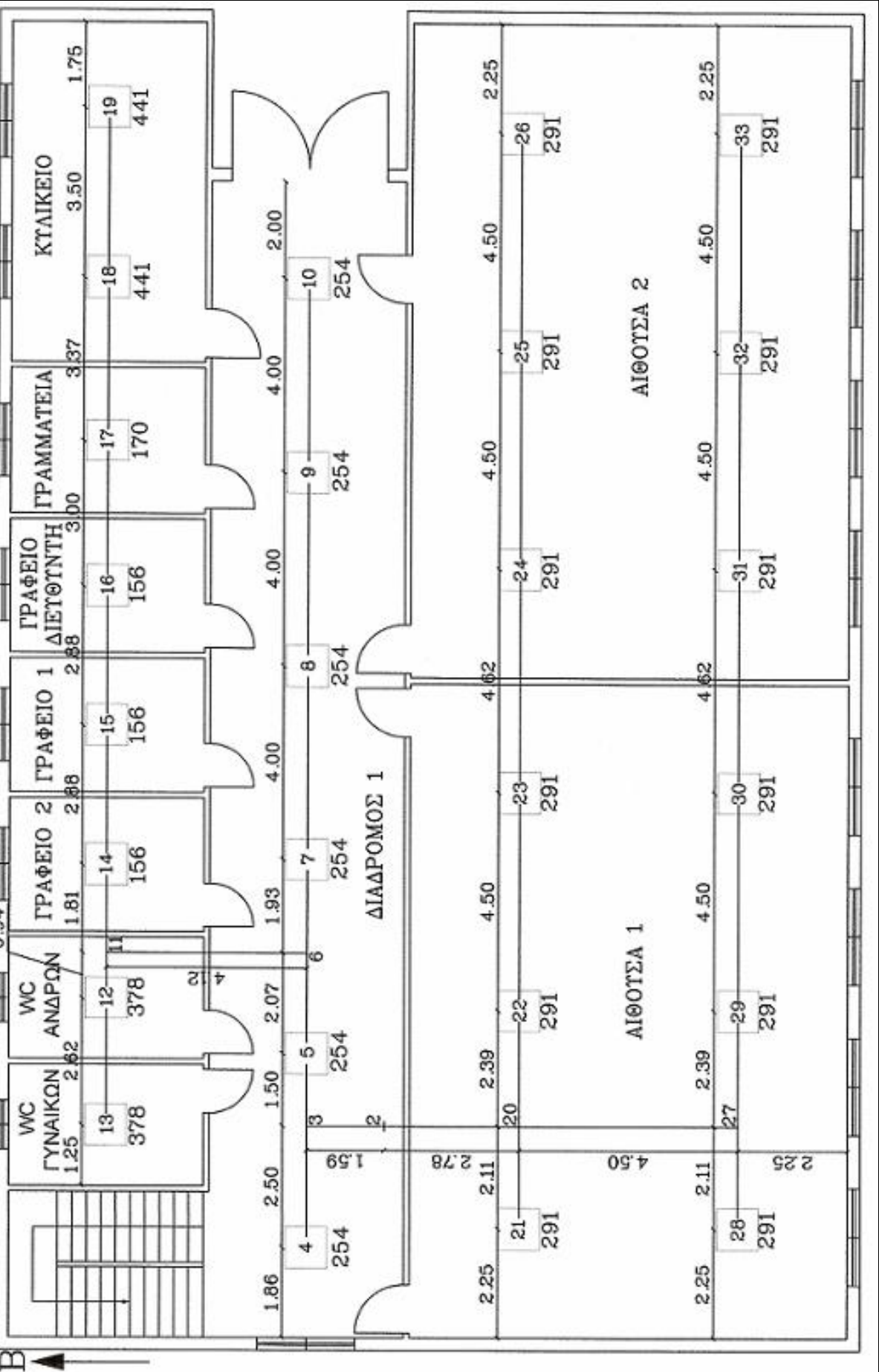




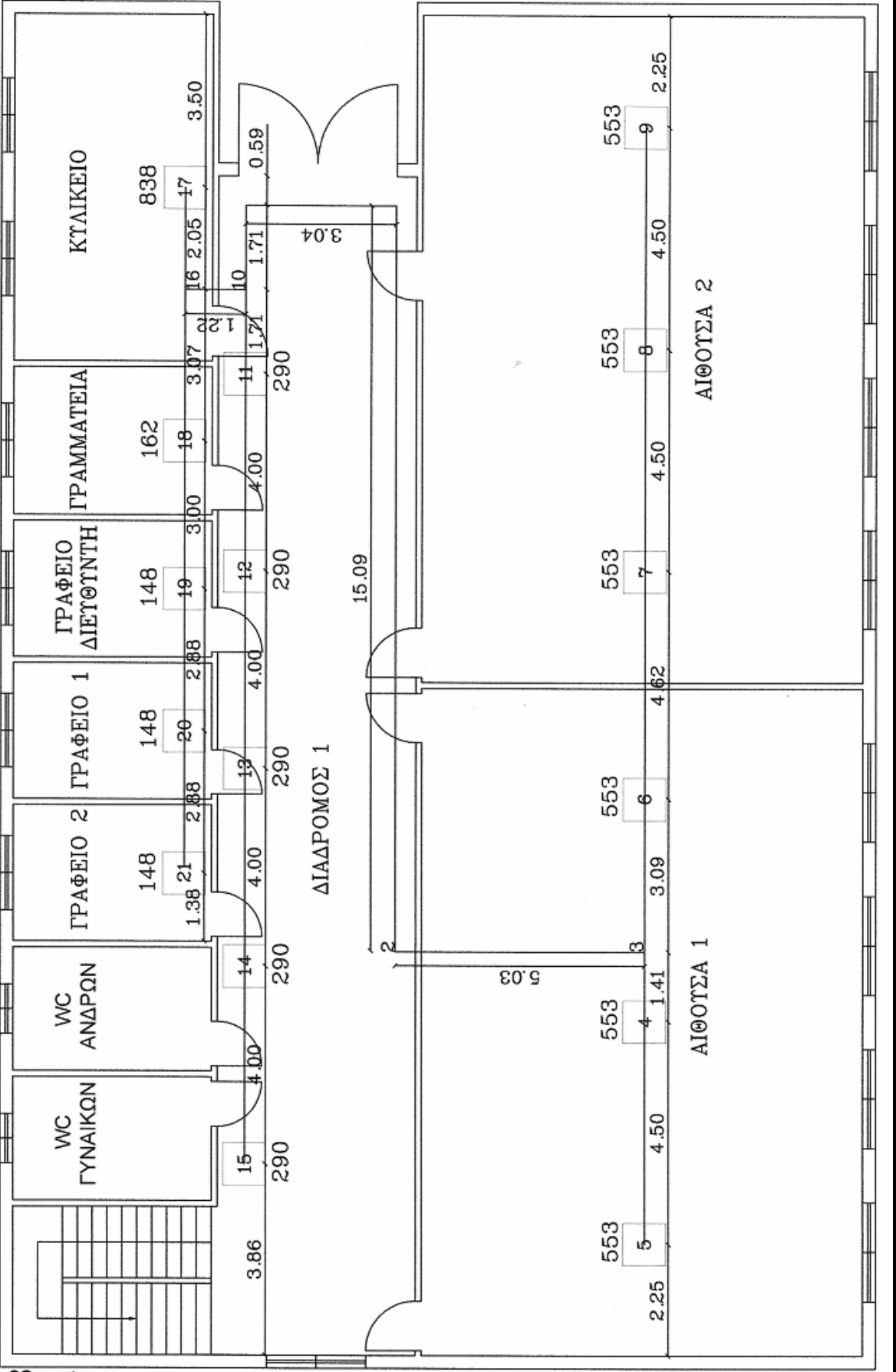
ΣΧΕΔΙΟ 3: Α' ΟΡΟΦΟΣ



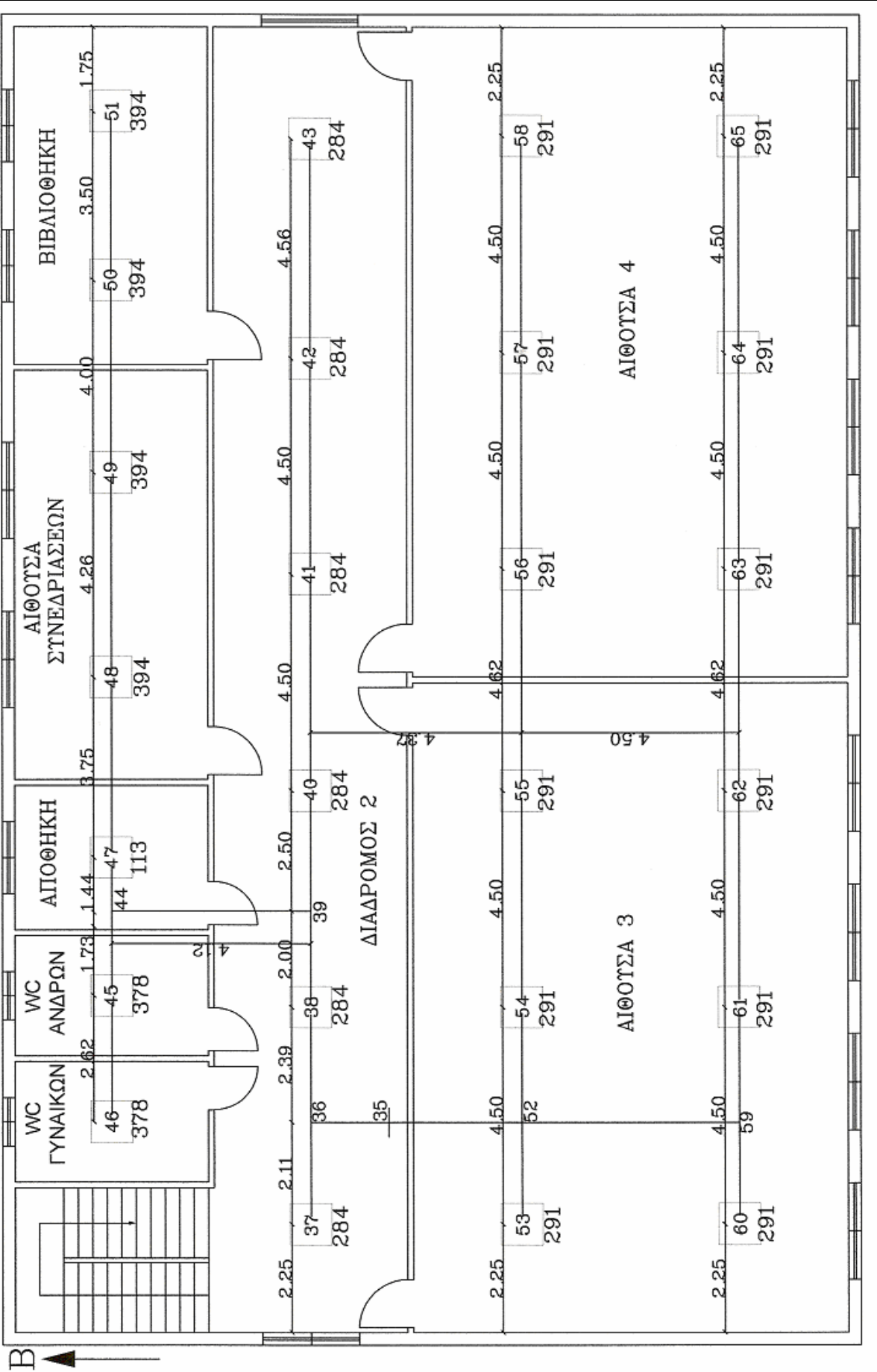
ΣΧΕΔΙΟ 4: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ & ΣΤΟΜΙΩΝ ΠΡΟΣΑΓ. ΣΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ



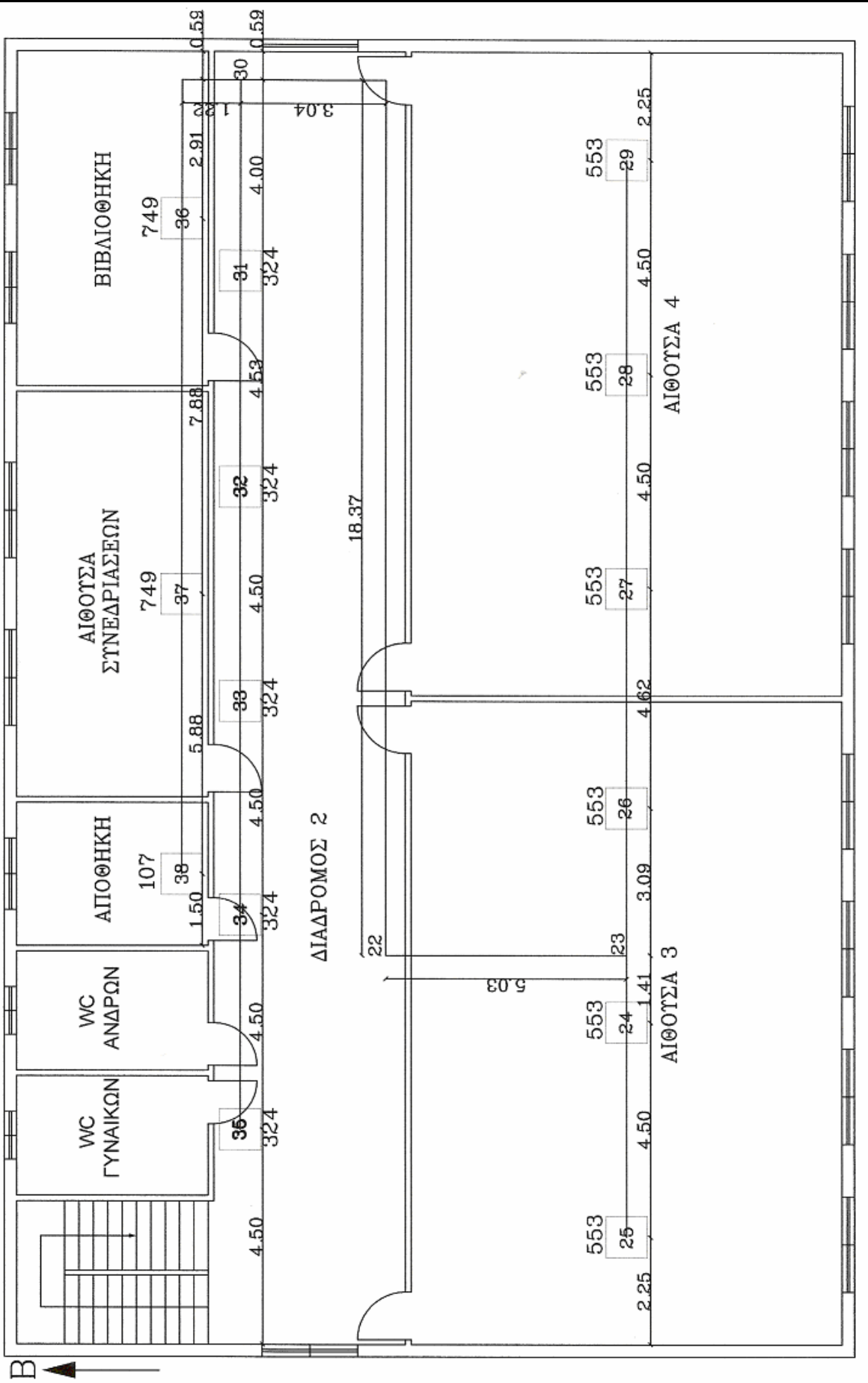
ΣΧΕΔΙΟ 5: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ & ΣΤΟΜΙΩΝ ΑΠΑΓ. ΣΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ



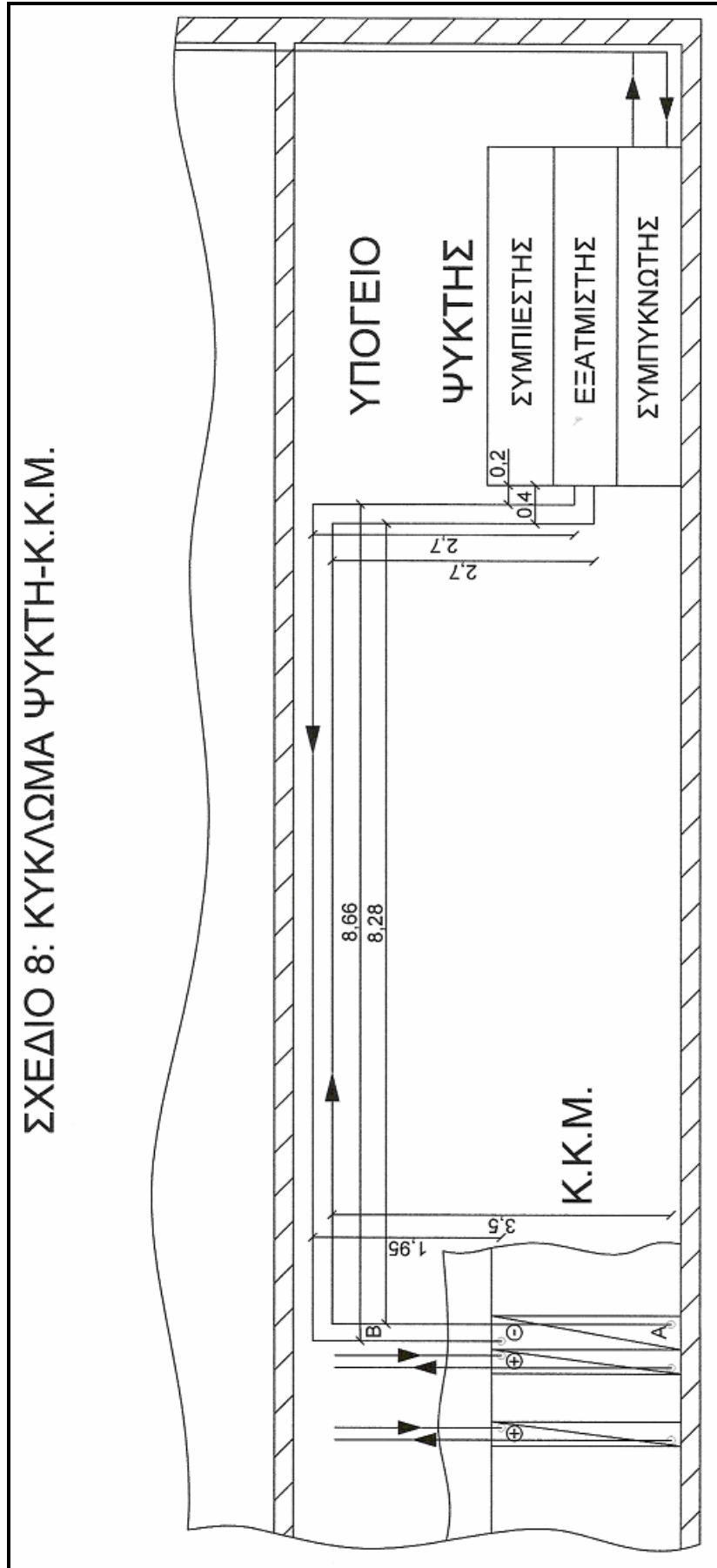
ΣΧΕΔΙΟ 6: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΑΕΡΑΓ. & ΣΤΟΜΙΩΝ ΠΡΟΣΑΓ. ΣΤΟΝ Α' ΟΡΟΦΟ



ΣΧΕΔΙΟ 7: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΛΕΡΑΓΩΓ. & ΣΤΟΜΙΩΝ ΑΠΑΓ. ΣΤΟΝ Α΄ ΟΡΟΦΟ

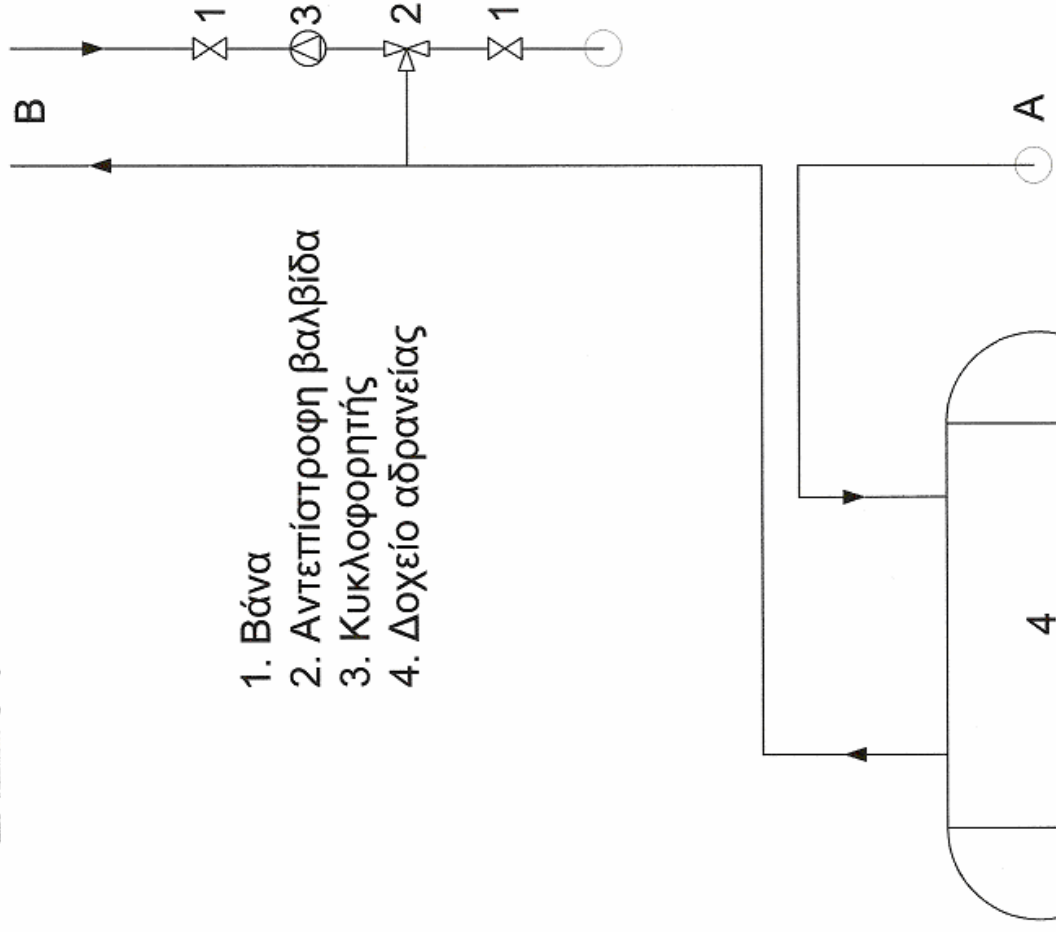


ΣΧΕΔΙΟ 8: ΚΥΚΛΩΜΑ ΨΥΚΤΗ-Κ.Κ.Μ.

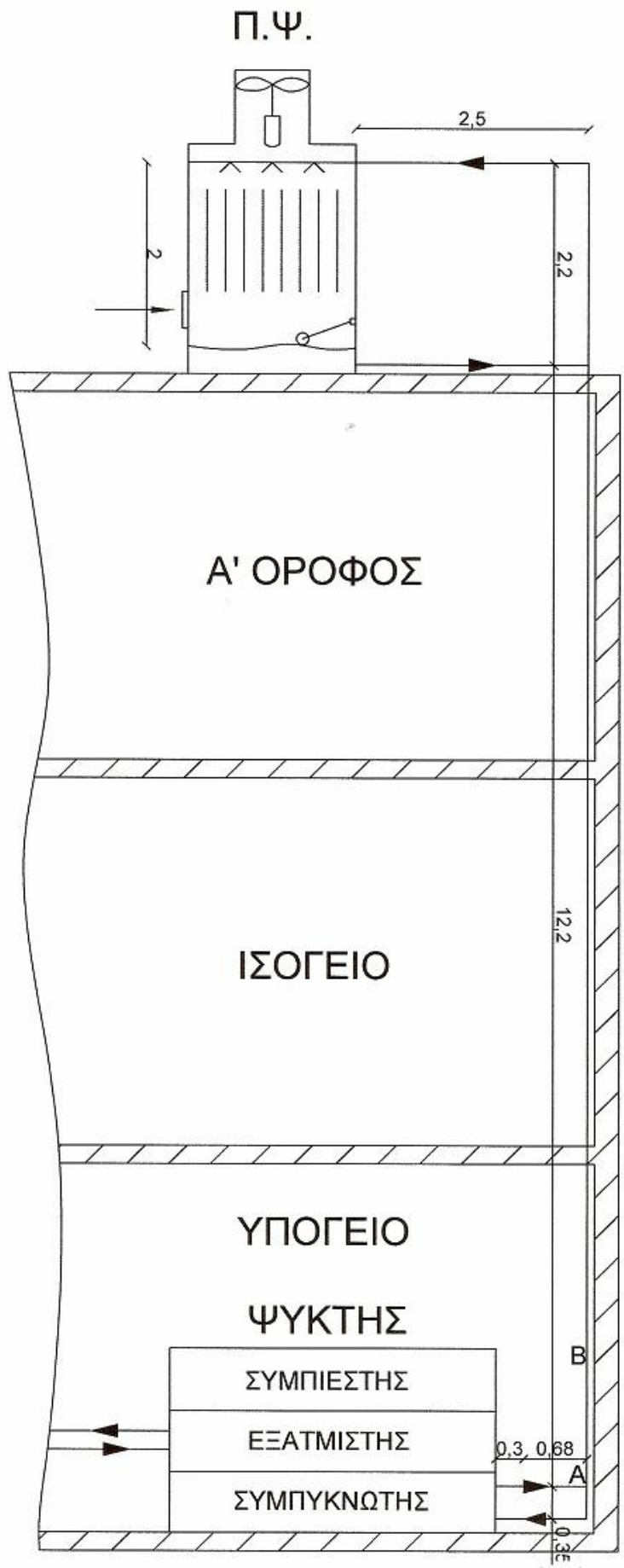


ΣΧΕΔΙΟ 9: ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΨΥΚΤΗ-Κ.Κ.Μ.

1. Βάνα
2. Αντεπίστροφη βαλβίδα
3. Κυκλοφορητής
4. Δοχείο αδρανείας

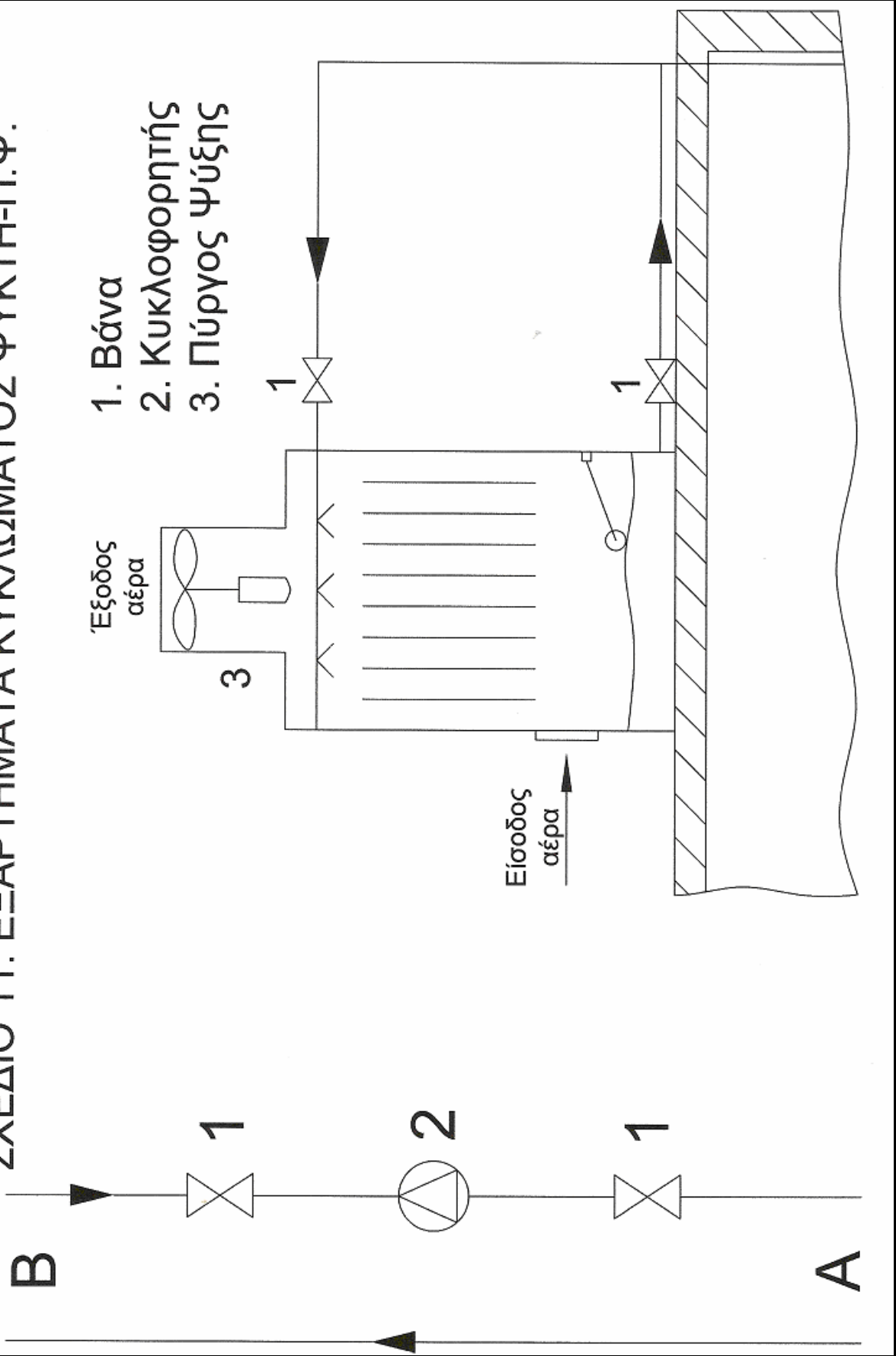


ΣΧΕΔΙΟ 10: ΚΥΚΛΩΜΑ ΨΥΚΤΗ-Π.Ψ.



ΣΧΕΔΙΟ 11: ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΨΥΚΤΗ-Π.Ψ.

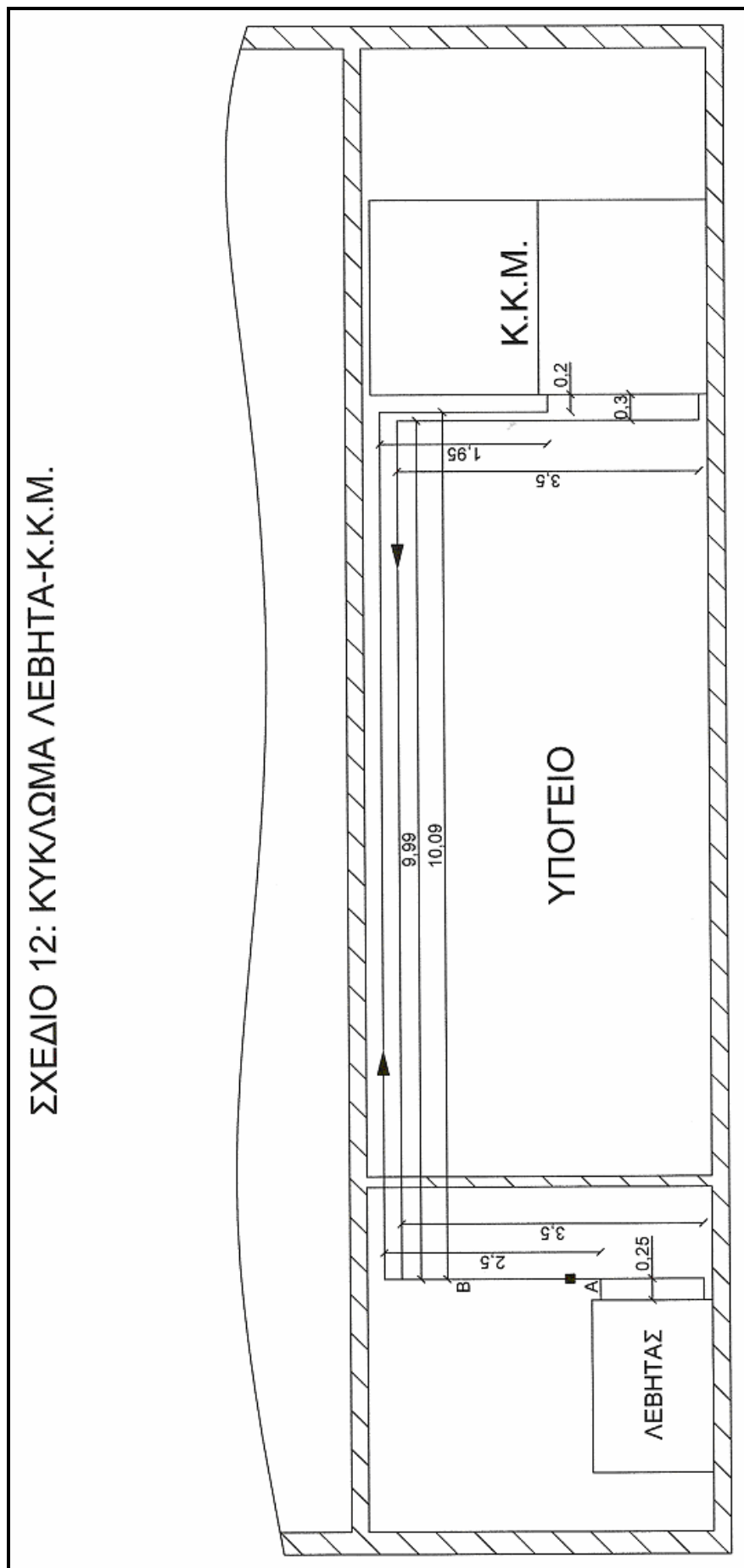
B



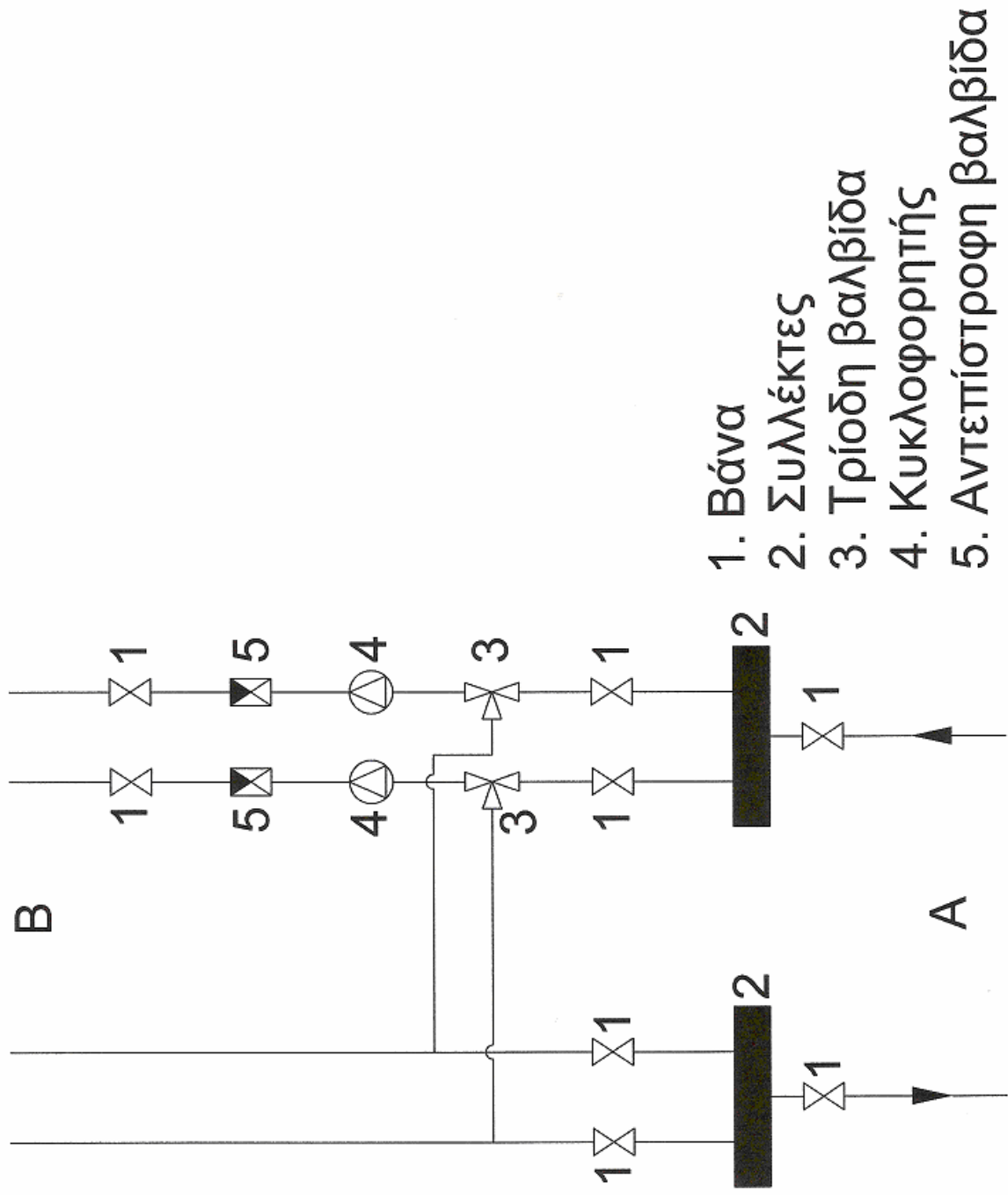
- 1. Βάνα
- 2. Κυκλοφορητής
- 3. Πύργος Ψύξης

A

ΣΧΕΔΙΟ 12: ΚΥΚΛΩΜΑ ΛΕΒΗΤΑ-Κ.Κ.Μ.



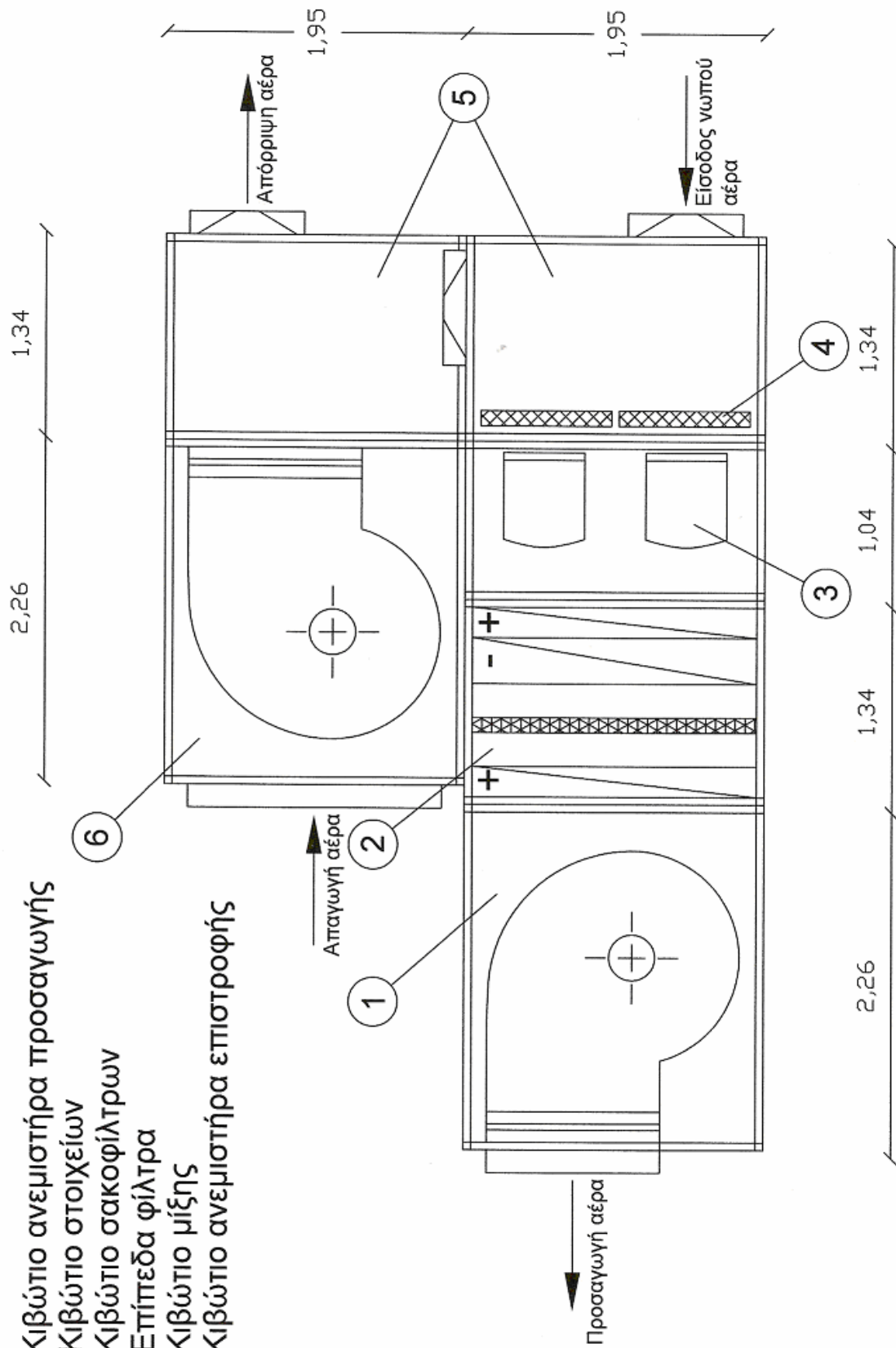
ΣΧΕΔΙΟ 13: ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΛΕΒΗΤΑ-Κ.Κ.Μ.



- 1. Βάνα
- 2. ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ
- 3. Τρίοδη βαλβίδα
- 4. Κυκλοφορητής
- 5. ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΗ βαλβίδα

ΣΧΕΔΙΟ 14: ΠΛΑΓΙΑ ΟΨΗ Κ.Κ.Μ.

1. Κιβώτιο ανεμιστήρα προσαγωγής
2. Κιβώτιο στοιχείων
3. Κιβώτιο σακοφίλτρων
4. Επίπεδα φίλτρα
5. Κιβώτιο μίξης
6. Κιβώτιο ανεμιστήρα επιστροφής



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Εγχειρίδιο κλιματισμού. Νίκος Ζηκίδης
2. Κλιματισμός Αντ. Ν. Ασημακόπουλος
3. Θέρμανση & Κλιματισμός. Β. Η. Σελλούντος.
4. Εγκαταστάσεις Κλιματισμού II Ασημακόπουλος Αντ.- Διακουμάκος Κων.- Σεκερίδης Νικόλαος.
5. Τεχνικά εγχειρίδια Φυρογένης
6. Σημειώσεις Θ.Ψ.Κ. Καλογήρου Ιωάννης
7. Ήπιες μορφές ενέργειας II. Ηλιακή μηχανική. Σωκράτης Ν. Καπλάνης.